

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

*ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «МАТРИЦА»*

Дипломный проект
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 130

Екатеринбург

2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и
методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС

Н. В. Бородина
«___» _____ 2016 г.

*ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «МАТРИЦА»*

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 130

Исполнитель:
студент группы ТО-401

(подпись)

А.В. Сажаев

Руководитель:
доцент, к. т. н.

(подпись)

В.А. Штерензон

Екатеринбург

2016

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 110 листов машинописного текста, 32 таблицы, 18 рисунков, 31 использованный источник, приложения на 27 листах, графическую часть на 8 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, ИЗДЕЛИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, КОНТРОЛЬНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ДЕТАЛИ, УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА.

В дипломном проекте разработаны предложения по проектированию технологического процесса механической обработки детали «Матрица».

Подобраны зажимное приспособление для закрепления детали на фрезерной операции и контрольное приспособление для проверки точности размеров детали.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономических показателей разработанного технологического процесса.

В методической части разработана программа теоретического обучения операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ		
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Матрица» Пояснительная записка		
Разраб.	Сажаев А.В.						
Провер.	Штерензон В.А.						
Реценз.							
Н. Контр.	Суриков В.П.						
Утверд.	Бородин Н.В.				Лит. Лист Листов 3 110 ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО,		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.2. Анализ технологичности детали «Матрица»	10
1.2.1. Качественная оценка.....	11
1.2.2. Количественная оценка	12
1.3. Определение типа производства	13
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «МАТРИЦА»	15
2.1. Выбор оптимального метода получения заготовки	15
2.2. Выбор технологических баз.....	16
2.3. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	17
2.4. Выбор технологического обеспечения	20
2.4.1. Выбор технологического оборудования по операциям	20
2.4.2. Выбор режущего инструмента по операциям.....	31
2.5. Разработка технологических операций	35
2.5.1. Расчет припусков	35
2.6. Расчет режимов резания	39
2.7. Расчет технических норм времени	40
2.8. Выбор и расчет станочного зажимного приспособления	42
2.8.1. Разработка технического задания	42
2.8.2. Расчет усилий зажима станочного приспособления	43
2.9. Выбор и расчет средств технического контроля	45
2.9.1. Выбор средств технологического контроля.....	45
3. РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	47
3.1. Описание и основные функции программного управления станка MV-308-5X	47

3.2. Фрагмент управляющей программы.....	49
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	51
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	51
4.2. Техничко-экономические расчеты при проектировании технологического процесса механической обработки детали «Матрица».....	53
4.2.1. Расчет количества оборудования	53
4.2.2. Расчет технологической себестоимости детали	54
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	66
5.1. Анализ профессионального стандарта.....	66
5.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии оператор станков с программным управлением 2 разряда.....	71
5.3. Разработка методики и методического обеспечения урока по теме: «Функциональные составляющие ЧПУ».....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	81
Приложение А – Лист задания на проектирование	85
Приложение Б – Перечень листов графических документов	86
Приложение В – Технологическая документация	87
Приложение Г – Алгоритм выбора режущего инструмента	99
Приложение Д – Методическая разработка	102

ВВЕДЕНИЕ

На ОАО «Свердловский инструментальный завод» принята к изготовлению новая деталь «Матрица», которая ранее на заводе не производилась. Актуальность темы ВКР определяется противоречием между необходимостью выпуска детали в количестве 16 штук в год и отсутствием рабочего технологического процесса.

Цель дипломного проекта: разработать технологический процесс механической обработки детали «Матрица» для производственных условий ОАО «Свердловский инструментальный завод».

Поставленная цель определила следующие задачи проекта:

- Проанализировать исходные данные о детали;
- выбрать и обосновать способ получения заготовки;
- разработать маршрут и операции технологического процесса;
- разработать операцию механической обработки;
- разработать управляющую программу;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- разработать методическую часть.

В проектируемом технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

Результаты ВКР предполагаются к внедрению в 2016 г в условиях ОАО «Свердловский инструментальный завод».

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Данная деталь представляет матрицу пресс-формы. Матрица — основная деталь пресс-формы, непосредственно участвующая в формообразовании наружной поверхности изделия. Форма, размеры и конструкция матрицы определяются конструкцией изделия. Деталь «Матрица» дана на рисунках 1 – 2.

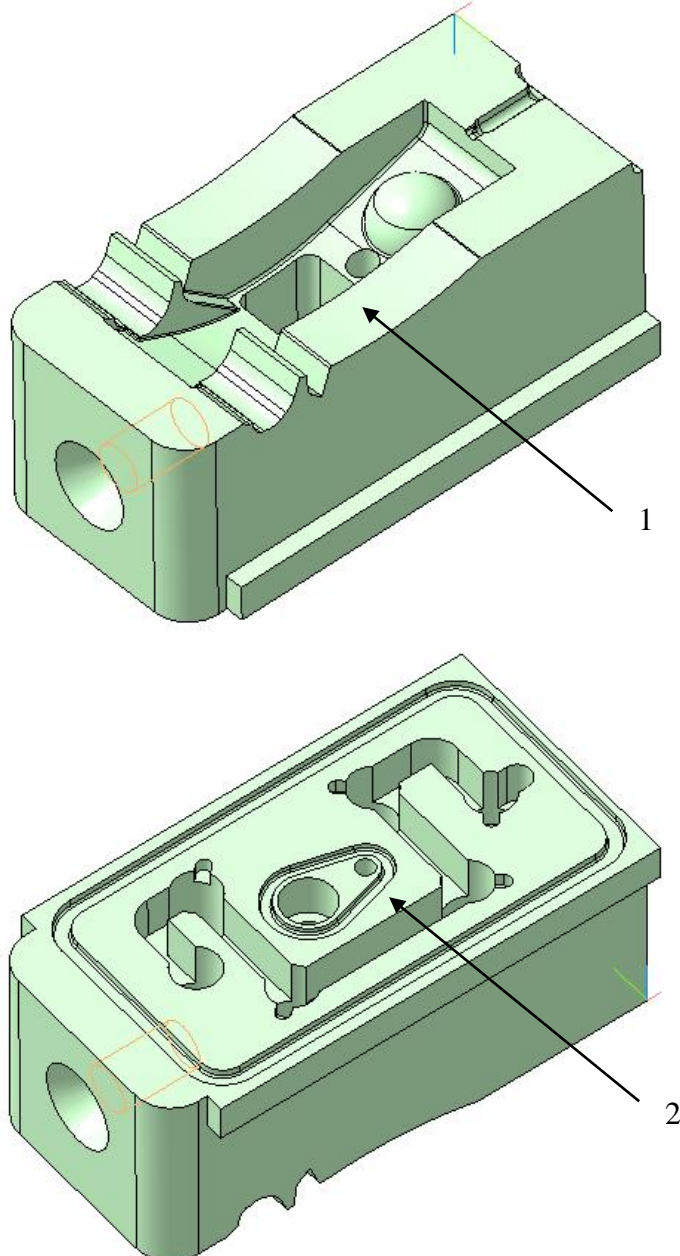


Рисунок 1 – 3d модель детали «Матрица»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

7

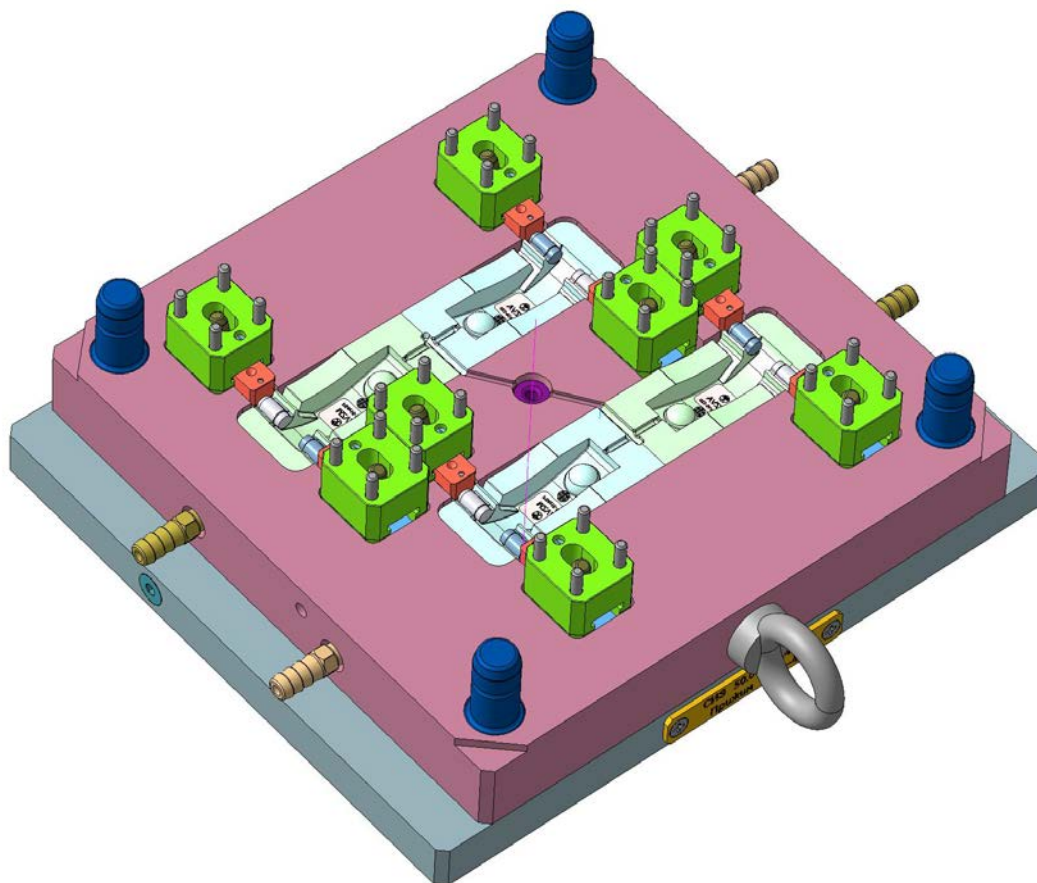


Рисунок 2 – 3d модель сборки пресс-формы в сечении

В работе более надежны цельные матрицы, однако из-за сложности их изготовления часто выполняют матрицу составной.

Составная матрица состоит из нескольких элементов, запрессованных в обойму. Нижняя часть (2) является оформляющей полостью, а верхняя (1) – самая ответственная поверхность – предназначена для размещения прессматериала перед прессованием и направления пуансона. Работоспособность пресс-форм с составными матрицами и качество изделий во многом зависят от точности подгонки частей матрицы в местах соединений и прочности их крепления в обойме.

К самой матрице присоединяются деталь, называемая «календарь», цилиндрической формы и вставка с обозначением для изделия. Они фиксируются в углублении и отверстии в центральной части матрицы со стороны размещения пресс-материала. Необходима тщательная подгонка

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

матрицы и ее составляющих, так как пресс-материал, попадая под большим давлением в зазоры, постепенно расшатывает соединение и выводит пресс-форму из строя.

Все детали матрицы изготавливают с минимальным применением ручных слесарных работ. Точно обработанные на шлифовальном станке детали легко собрать и запрессовать в обойму.

Точность поверхностей матрицы непосредственно влияет на точность получаемых изделий. Шероховатость поверхностей матрицы влияет на шероховатость получаемых поверхностей, поэтому к рабочим поверхностям матрицы предъявляются высокие требования по точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, а также шероховатости поверхностей. Твёрдость матрицы должна быть значительно выше твёрдости обрабатываемого материала, чтобы обеспечить обрабатываемость и уменьшить износ.

В качестве материала для матрицы используется нержавеющей сталь 95X18 ГОСТ 5632-72, которая удовлетворяет всем требованиям на изготовление и эксплуатацию матрицы. Ледебуритная сталь 95X18 относится к мартенситному классу. Она упрочняется после закалки в результате мартенситного превращения. После полного отжига имеет ледебуритную структуру с избыточными карбидами. Микроструктура закаленной с 900-1250 °C стали состоит из мартенсита, аустенита и карбидов. Карбиды стали 90X18 различаются морфологически: первичные, выделяющиеся из жидкой фазы, более крупные - вытянуты вдоль направления прокатки иликовки; вторичные - мелкие, выделяющиеся в процессе охлаждения по границам и в теле исходных аустенитных зерен [15].

По мере повышения температуры нагрева под закалку количество остаточного аустенита увеличивается, изменение твердости имеет экстремальный характер. Максимальное значение твердости 57-58 HRC соответствует температуре закалки с 1050 °C минимальное 26 HRC - температуре закалки с 1250 °C [15].

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При контроле закаливаемости рекомендуется температура закали 1050 °С; отпуска 150-200 °С для стали 95X18. Для полного смягчения стали (~ 220 НВ) рекомендуется отжиг при 880-920 °С с замедленным охлаждением (скорость охлаждения 25 °С/ч), для улучшения обрабатываемости при точении рекомендуется отжиг при 730-760 °С. Следует избегать отпуска при 450- 600 °С, а также нагрева при закалке выше 1065 °С, вызывающего рост зерна, так как в обоих случаях наблюдается снижение ударной вязкости [15].

Нержавеющая сталь 95X18 является коррозионностойкой и используется для изготовления различных деталей, к которым предъявляются высокие требования к твердости и износостойкости и подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред.

Химический состав стали 95X18 и ее механические свойства приведены в таблице 1 – 2 [15].

Таблица 1 – Химический состав стали 95X18

Массовая доля элемента, %									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu	Fe
0,9-1,0	до 0,8	до 0,8	до 0,6	до 0,025	до 0,03	17-19	до 0,2	до 0,3	~78

Таблица 2 – Механические свойства стали 95X18

Марка стали	σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	НВ, МПа
95X18	770	420	15	30	230 - 240

Данная сталь оптимально подходит для изготовления детали «Матрица», т.к. удовлетворяет эксплуатационным характеристикам.

1.2. Анализ технологичности детали «Матрица»

Анализ технологичности конструкции изделия направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на технологическую подготовку производства. Конструкция изделия может быть признана технологичной, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление изделия.

1.2.1. Качественная оценка

По своей конструкции деталь «Матрица» представляет собой призматическое тело с пазами, глухими и сквозными отверстиями, а также криволинейную сложную поверхность.

Достоинства:

- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы механической обработки;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- предусмотрена надежная технологическая база для обработки детали, с помощью которой обеспечивается достаточная жесткость детали, что позволяет производить механическую обработку с большей точностью.

Недостатки:

- конфигурация детали и её материал не позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- материал заготовки трудоемкий и дорогой в обработке;
- деталь имеет высокую точность размеров, что усложняет обработку.

Исходя из положительных и отрицательных характеристик можно считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2.2. Количественная оценка

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам [с.29, 6]:

— Коэффициент точности обработки детали:

$$K_T = \frac{\sum n_i}{\sum T_i \cdot n_i} = \frac{105}{6 \cdot 2 + 7 \cdot 27 + 8 \cdot 10 + 14 \cdot 52} = 0,1$$

— Коэффициент шероховатости детали:

$$K_{\text{ш}} = \frac{\sum m_i}{\sum Ra_i \cdot m_i} = \frac{40}{0,16 \cdot 15 + 1 \cdot 6 + 2 \cdot 1 + 2,5 \cdot 8 + 1,6 \cdot 1 + 6,3 \cdot 9} = 0,45$$

Значение коэффициента точности близко к нулю, что говорит об очень высокой точности поверхностей детали. Коэффициент шероховатости показывает, что деталь имеет жесткие требования к шероховатости некоторых поверхностей.

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа детали «Матрица» можно сформулировать основные задачи.

Обеспечить:

- точность ответственных линейных размеров: 110 мм; 50 мм – по IT6; 95,75 мм; 88,65 мм; 76,67 мм; 46 мм; 42 мм; 29 мм; 38 мм; 53 мм; 32 мм; 34,37 мм; 20 мм; 24,09 мм; 18 мм; 13,05 мм; 32,37 мм; 4,85 мм; 7,99 мм; 8,13 мм; 1,91 мм – по IT7; R60,23 мм; R9,03 мм; R90,31 мм; R3,01 мм; R5,02 мм; ø5,13 мм; ø9 мм; ø6 мм – по H7; 9,06 мм; 1,13 мм; 3,74 мм; 7,1 мм; 8 мм; 3,16 мм; 2,01 мм; 0,5 мм – по IT8; R1,74 мм; R2,84 мм – по H8; на остальные поверхности – IT11 – IT14;
- допуск расположения: позиционный допуск между двумя параллельными поверхностями 0,02 мм;

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

— качество ответственных поверхностей: 110 мм; 100 мм; 46 мм; 18 мм; 50 мм; $\varnothing 6$ мм – $R_a = 1$ мкм;
 $\varnothing 18$ мм – $R_a = 2$ мкм;
 34,37 мм; 2,5 мм; 3,5 мм; 1,85 мм; 1,4 мм; 3 мм; 32,37 мм – $R_a = 2,5$ мкм;
 8 мм – $R_a = 1,6$ мкм;
 10 мм; 6 мм; 58 мм; 9,5 мм; 3 мм; $\varnothing 4$ мм; $\varnothing 10$ мм; $\varnothing 11$ мм; $\varnothing 6,6$ мм – $R_a = 6,3$ мкм;
 на остальные поверхности $R_a = 0,16$ мкм.

1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых не предусматривается.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Серийное производство является основным типом машиностроительного производства и условно подразделяется на крупно –, средне – и мелкосерийное.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени; на большинстве рабочих мест при этом выполняется одна рабочая операция [с. 33, 6].

Тип производства выбирается исходя из массы детали и объема выпуска по таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства			
	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	10-500	500-35000	35000-75000	75000

5,0-10 > 10	10-300 10-200	300-25000 200-10000	25000-50000 10000-25000	50000 25000
----------------	------------------	------------------------	----------------------------	----------------

В связи с расширением выпускаемой продукции и увеличением количества заказов, годовой выпуск которого составит 16 шт/год, при массе 1,55 кг выпуск детали имеет характер мелкосерийного производства.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «МАТРИЦА»

2.1. Выбор оптимального метода получения заготовки

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали, ее назначение и технические требования на изготовление; объем и серийность выпуска, форма поверхностей и размеры детали.

Оптимальный метод получения заготовки определяется на основании всестороннего анализа названных факторов и технико-экономического расчета технологической себестоимости детали. Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготовления из нее детали, при минимальной себестоимости последней считается оптимальным.

В данном случае получение заготовки из стали 95X18 возможно при помощи проката или поковки методомковки или штамповки. На предприятии для изготовления детали «Матрица» предполагается использовать толстолистовой прокат, т.к. он более приближен к форме детали по сравнению с прокатом из круга, используется меньше материала и является дешевым.

Получение заготовки методом литья невозможен в следствии того, что сталь 95X18 не обладает литейными свойствами.

Изготовление заготовки в качестве поковки методом штамповки не рационально из-за очень дорогого изготовления штампа, который должен быть намного тверже материала заготовки при малом количестве деталей в партии. Методковки предполагает большие припуски и неточность формы заготовки, что тоже не рационально.

Коэффициент использования материала [с. 29, 6]:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{1,55}{2,69} = 0,6$$

Следовательно, при переходе на мелкосерийное производство при количестве деталей в партии 16 шт для обработки детали «Матрица»

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рационально получение заготовки толстолистовым прокатом. Данный способ получения заготовки уменьшает время и расход материала на механическую обработку и более дешевый в изготовлении.

2.2. Выбор технологических баз

Выбор баз является одним из важнейших вопросов при разработке технологического процесса деталей, т.к. правильным выбором баз в значительной степени обеспечивается точность обработки.

К основным требованиям и принципам, которыми целесообразно руководствоваться при выборе технологических баз, относятся следующие [27]:

- 1) принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструктивные базы используемые для определения положения детали в изделии;
- 2) принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы;
- 3) требования хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

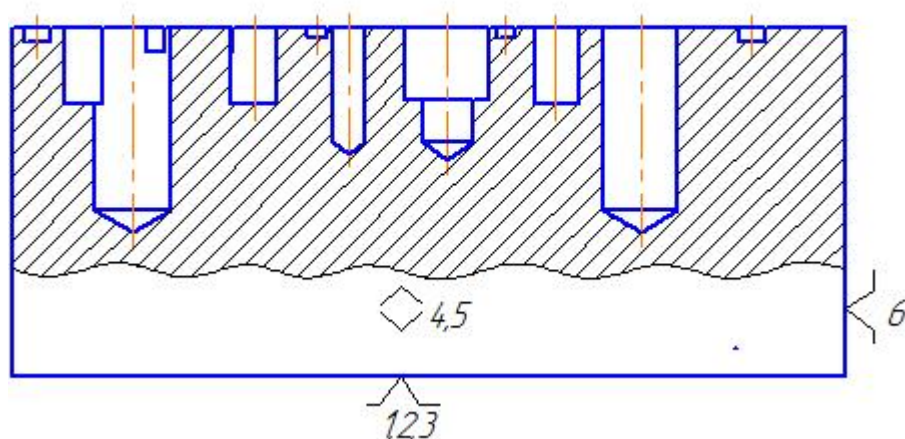
На основе анализа технических требований к изделию и условий его эксплуатации выявляют конструкторские и сборочные базы детали и устанавливают технологические базы для всех предполагаемых операций; одновременно с этим устанавливают последовательность обработки отдельных операций.

Базирование необходимо на всех стадиях создания изделия: конструировании, изготовлении, измерении, а также при рассмотрении изделия в сборе. Это обстоятельство и положено в основу классификации баз ГОСТ 21495-76 [27].

Для обеспечения наибольшей точности обрабатывания деталей всегда стремятся к принципу единства баз, т.е. чтобы конструктивная, технологическая и измерительная базы представляли собой одну и ту же поверхность детали.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Установ А



Установ Б

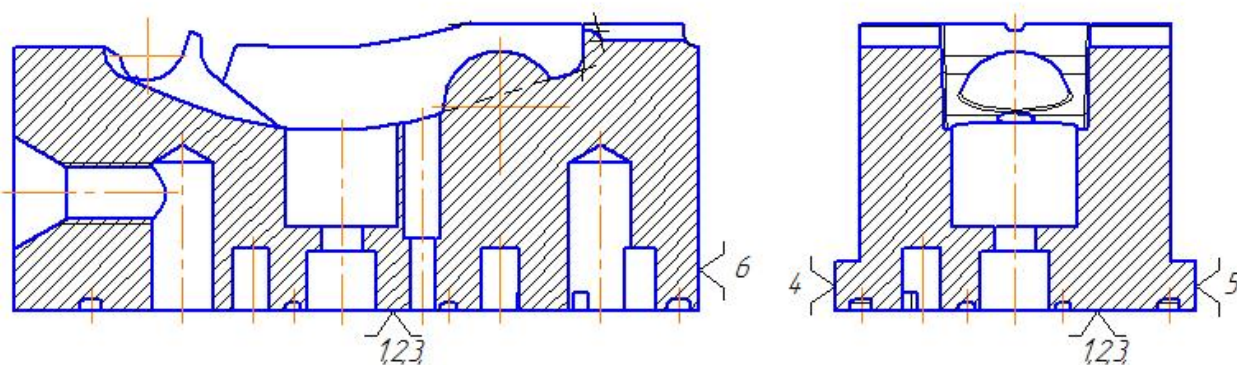


Рисунок 3 – Базирование детали в процессе обработки

2.3. Разработка технологического маршрута обработки детали

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать программе выпуска, типу производства и его организационно-техническим характеристикам, которые были определены выше.

В соответствии с ГОСТ 14.301-83 технологические процессы подразделяются на три вида: единичный, типовой и групповой. Технологический процесс изготовления изделий одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства относится к единичному технологическому процессу. Технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками называют типовым технологическим процессом. Групповой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

17

технологический процесс – это технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками [25].

В данной работе разработан вариант технологического процесса для мелкосерийного производства, обеспечивающий выполнения всех требований чертежа и технических условий.

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование, режущий и мерительный инструмент.

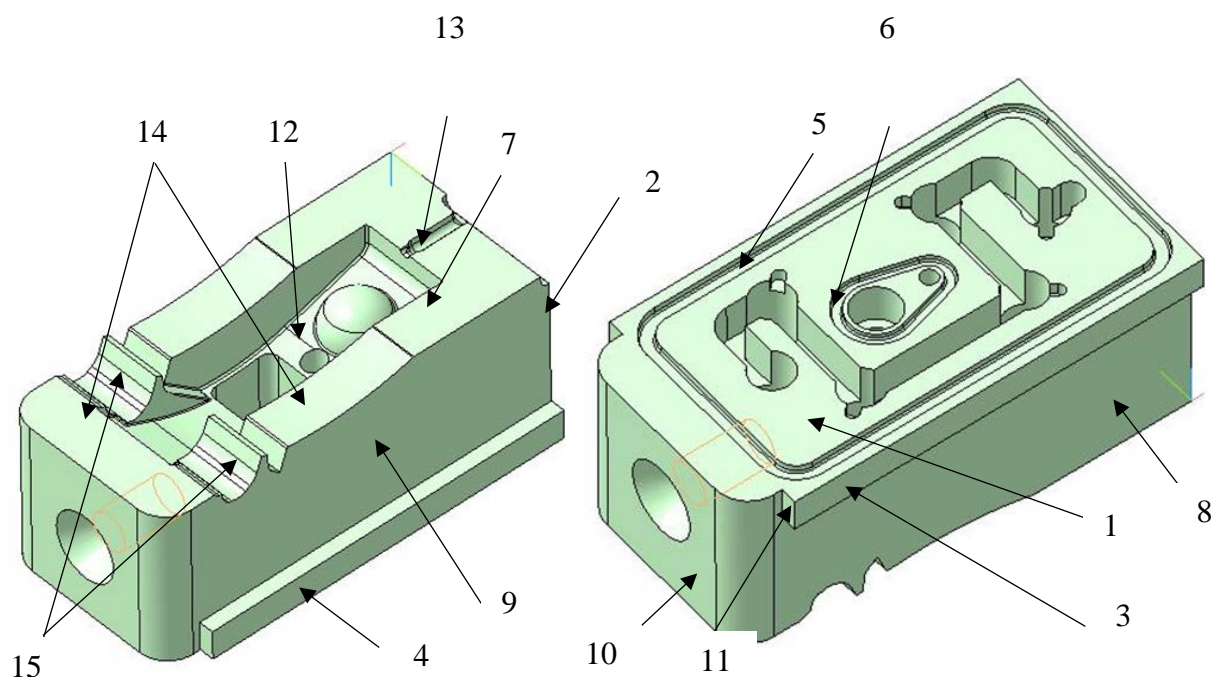


Рисунок 4 – Обозначение поверхностей для обработки детали «Матрица»
Обрабатываемые поверхности детали, представленные в маршруте обработки, обозначены на рисунке 4.

Предлагаемый маршрут обработки детали «Матрица» и предлагаемое оборудование представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Предлагаемый вариант технологического процесса

№ опер.	Наименование операции, оборудование	Содержание операции
1	2	3
005	Отрезная, ленточно-отрезной станок DELTA HFA-350 NS	Отрезать заготовку в размер 115х50 мм
010	Комплексная с ЧПУ, 5-осевой обрабатывающий центр MV-308-5X	<p>Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность 1 в размер 48,2 мм; 2. Фрезеровать поверхность 2 в размер 112,7 мм; 3. Фрезеровать поверхности 3 и 4 в размер 58 мм на глубину 10 мм; 4. Фрезеровать поверхность 5 под уплотнительное кольцо, выдерживая размер 3,5х1,85; 5. Фрезеровать поверхность 6, выдерживая размер 2,5х1,4; 6. Центровать, сверлить 6 отв. ф10 мм на глубину 24,4 мм; 7. Центровать, сверлить отв. ф6,6 мм насквозь; 8. Центровать, сверлить отв. ф4 насквозь; 9. Центровать, сверлить отв. ф11мм на глубину 9,9 мм; 10. Фрезеровать 6 пазов шириной 3 мм с радиусом 1,5 мм на глубину 10 мм; 11. Фрезеровать паз, шириной 6 мм в размеры чертежа. <p>Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Фрезеровать поверхность 7 в размер 46,4 мм; 13. Фрезеровать поверхность 8 и 9 в размер 50,4 мм на глубину 38,411 мм; 14. Фрезеровать поверхность 10, выдерживая размер 110,4 мм; 15. Фрезеровать поверхность 11 в размер 100 мм на ширину 4 мм; 16. Фрезеровать скругления R8,15 мм; 17. Сверлить отв. ф8,4, выдерживая размер 19 мм; 18. Зенковать отв. ф18 мм под углом 60 град.; 19. Нарезать резьбу М10-1,5 7Н мм; 20. Фрезеровать оформляющую поверхность 12 и литник 13 в размеры чертежа; 21. Фрезеровать поверхность 14 в размеры чертежа; 22. Фрезеровать окно в размер 18,009 мм х 20,01 мм, выдерживая размер 34,49 мм; 23. Фрезеровать отв. ф6,006мм, выдерживая размер 32,49 мм.
015	Термическая, конвейерная печь	СВЕТЛАЯ КАЛКА Калить HRC 46...48

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

19

Окончание таблицы 4 – Предлагаемый вариант технологического процесса

1	2	3
020	Плоскошлифовальная, плоскошлифовальный станок JPSG-1020A	1. Шлифовать 2 плоскости симметричным съемом в размер 110,011 мм; 2. Шлифовать поверхности 1 и 5 в размер 46,012 мм; 3. Шлифовать 2 плоскости симметрично в размер 50,008 мм со шлифовкой бурта в размер 8,011 мм
025	Электроэрозионная, Chmer GX 530L электроэрозионный проволочный станок	Вырезать поверхность 15 проволокой; выдерживая размер 42,29 мм
030	Электроэрозионная, Chmer A6040L электроэрозионный прошивной станок	Выполнить электродом поверхность 12, обозначенную на чертеже Э1.
035	Слесарная	Снять заусенцы, зачистить. Калибровать резьбу.
040	Контрольная	

Для повышения твердости и снятия остаточных напряжений применяется светлая калка. Она производится в специально оборудованных печах с защитной атмосферой. Для получения чистой и светлой поверхности применяют ступенчатую закалку с охлаждением в расплавленной едкой щелочи. Деталь нагревают в соляной ванне из хлористого натрия при температуре на 30-50 °С выше точки A_{c1} и охлаждают при температуре 180-200 °С в ванне, состоящей из 75 % едкого калия и 25 % едкого натра с добавлением 6-8 % воды (от веса всей соли). Такая смесь имеет температуру плавления 145 °С и благодаря наличию воды обладает очень высокой закаливающей способностью [28].

Обработку детали предлагается осуществлять на высокопроизводительном оборудовании, на высоких скоростях с применением быстрodeйствующих зажимных приспособлений и режущего инструмента.

2.4. Выбор технологического обеспечения

2.4.1. Выбор технологического оборудования по операциям

По карте технологического процесса основная обработка – комплексная с ЧПУ – производится фрезерование поверхностей, пазов, отверстий, сверление, нарезание резьбы.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предлагается основную обработку детали производить на 5-осевом обрабатывающем центре MV-308-5X. Выбор модели станка, прежде всего, определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы с минимальной переустановкой детали в процессе ее изготовления, а также качеством получаемых поверхностей изготавливаемой детали.



Рисунок 5 – 5-осевой обрабатывающий центр MV-308-5X

Характеристики 5-осевого обрабатывающего центра приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики станка MV-308-5X

Модель	MV-308-X5
1	2
Перемещения : По оси X По оси Y По оси Z По оси B По оси C	3000 мм Вертикально : 800 мм ; Горизонтально : 600 мм Вертикально: 700 мм ; Горизонтально : 750 мм +- 110° 360°
Шпиндель: Конус Тип привода Скорость вращения	BBT-40 (Опционально : HSK63A) Встроенный мотор 15'000 об/мин (Опционально: 18'000 об/мин)

Окончание таблицы 5 – Технические характеристики станка MV-308-5X

Мощность шпинделя	28 кВт
Размер поворотного стола	Ø630 мм
Размер основного стола	3500 x 800 мм
Макс. нагрузка на стол (поворотный)	800 кг
Макс. нагрузка на стол (основной)	3000 кг
Мощность поворотного стола	8,2 кВт
Мощность мотора оси X	9,6 кВт
Мощность мотора оси Y	9,6 кВт
Мощность мотора оси Z	12,2 кВт
Мощность мотора оси В	4,1 кВт
Вместимость барабана автоматической смены инструмента (рукавного типа)	40 шт
Габариты (Д x Ш x В)	6850 x 3660 x 3600 мм
Вес	23'000 кг

В стандартную комплектацию станка входят:

- Система ЧПУ Heidenhain TNC-530i (жк дисплей 15”);
- Поворотный стол диаметром 630 мм;
- Автоматическая смена инструмента - 40 инструмента;
- Полностью закрытая рабочая зона;
- Система охлаждения;
- Система автоматической смазки;
- Охлаждение и продув шпинделя;
- Пистолет воздух/вода;
- Функция жёсткой резьбонарезки;
- Сертификат безопасности CE;
- 3-х цветная лампа-индикатор;
- Рабочее освещение;
- Стружечный конвейер и контейнер для стружки;
- Теплообменник для электрошкафа;
- Полный пакет документации к станку на русском языке.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Благодаря поворотному шпинделю, который имеет угол разворота 220° , и поворотному столу на 360° имеется возможность обработки поверхностей в различных плоскостях.



Рисунок 6 – Поворотная фрезерная голова и стол

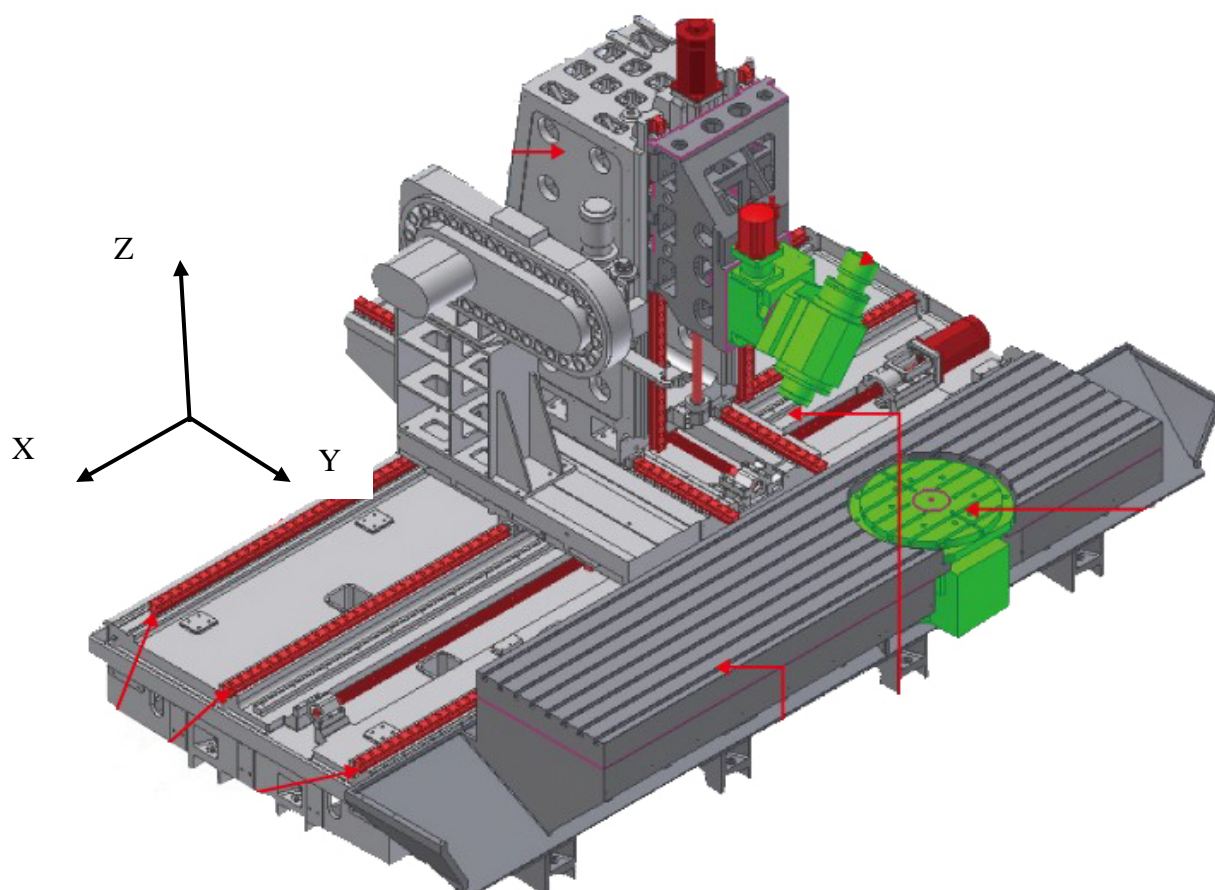


Рисунок 7 – Устройство 5-осевого обрабатывающего центра MV-308-5X

На отрезной операций для нарезания толстолистого проката на заготовки используется ленточно-отрезной станок DELTA HFA-350 NS.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

23



Рисунок 8 – Ленточно-отрезной станок DELTA HFA-350 NS

Основные характеристики станка приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Техническая спецификация

Модель		HFA-350NS
Тип автоматизация		Автоматический
Параметры резания	Круг	350 мм
	прямоугольник	350×350мм
	Скорость пильного полотна	12-100м/мин
Пильное полотно	Размер	3980×34×1.1
	Натяжение	Гидравлическое
Подача заготовки	Тип	Автоматическая, гидравлическая
	Индекс подачи (однократной/многократной)	1-9999 мм
Электрооборудование	Мощность двигателя пилы	3.75 кВт
	Мощность гидравлической системы	1.5 кВт
	Мощность системы подачи СОЖ	0.1 кВт
Емкость бака	Гидравлическая система	50 л
	Охлаждающая система	60 л
Вес станка		1800 кг
Габариты (ШхДхВ)		2150×2120×1650 мм

После термической обработки для окончательной обработки поверхностей используется плоскошлифовальный станок JPSG-1020A.



Рисунок 9 – Плоскошлифовальный станок JPSG-1020A

Он предназначен для обработки плоских, профильных поверхностей, пазов, уступов различных изделий с высокой точностью. Станок обладает высокой жесткостью и виброустойчивостью, обеспечиваемой за счет рациональной конструкции станины, колонны, стола и шлифовальной головки. Конструкция станка гарантирует стабильную точность и чистоту обработки. Удобство работы с плоскошлифовальным станком обеспечивается за счет эргономичного пульта управления, трехступенчатой вертикальной гидравлической подачи и высокой скорости вертикального перемещения круга. Автоматизированные операции по 3-м координатам и автоматическая система смазки с датчиком давления масла обеспечивают высокое качество обработки заготовки. Технические характеристики станка представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики плоскошлифовального станка JPSG-1020A

Параметр	Значение
1	2
Размер стола:	508 x 200 мм
Площадь шлифования (ШхД):	550 x 210 мм
Т-образный паз: 1	12 мм
Макс. нагрузка на стол:	290 кг

Окончание таблицы 7 – Технические характеристики плоскошлифовального станка JPSG-1020A

1	2
Макс. продольный ход стола (вручную):	610 мм
Макс. продольный ход стола (автом.):	565 мм
Скорость продольного перемещения стола:	3-25 мм/мин
Поперечный ход стола:	224 мм
Цена деления маховика поперечного перемещения:	0,025 мм
Поперечное перемещение стола за оборот маховика:	5 мм
Диапазон поперечного перемещения за цикл:	0,5-8,2 мм
Расстояние от оси шпинделя до стола:	415 мм
Цена деления маховика вертикального перемещения:	0,0025 мм
Шаг вертикальной автоподачи:	0,002/0,006/0,01 мм
Макс. диаметр шлиф. круга:	200 мм
Макс. ширина шлиф. круга:	19 мм
Отверстие шлиф. круга:	32 мм
Частота вращения шпинделя:	3450 об/мин
Двигатель поперечной подачи:	0,15 кВт
Двигатель вертикальной подачи:	0,18 кВт
Двигатель гидростанции:	0,75 кВт
Мощность главного двигателя:	1,5 кВт
Габаритные размеры (ДхШхВ):	2540х1580х2200 мм
Масса:	1260 кг

Электроэрозионный проволочный станок Chmer GX 530L применяется для удаления слоя металла в труднодоступном месте, получая высокую точность размеров и качество поверхности.



Рисунок 10 – Электроэрозионный проволочный станок Chmer GX 530L

Использование линейного привода дает неоспоримые преимущества, такие как отсутствие износа и отсутствие отклонений от заданной траектории, тем самым обеспечивая точное позиционирование.

X,Y оси серии GX+ оснащаются линейными двигателями собственной разработки CHMER. Это обеспечивает получение множество дополнительных возможностей, которых нет в других проволочно-вырезных станках. Например, мягкое плавное прямое движения, высокая скорость отклика, прекрасное точное позиционирование, простое обслуживание, а также отсутствие вибраций и люфта. Линейный двигатель практически без люфта обеспечивает равномерное снятие металла по всей обрабатываемой детали, особенно когда чистовой рез <0.0001 (0.25 мкм).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

27



Рисунок 11 – Система заправки проволоки станка Chmer GX 530L

Автоматическая заправка проволоки и процедура резки проволокой позволяет контролировать каждую операцию посредством экрана монитора и записывать время работы. Оператор может с легкостью обучиться работе на станке в кратчайшие сроки с помощью удобного интерфейса регулировки параметров. В процессе исправления неудавшейся процедуры заправки проволоки контроллером GENTEC система автоматически перезаправит проволоку посредством модуля сервоуправления.

Все технические требования приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики модели Chmer GX 530L

Производственные возможности	GX530L ⁺
1	2
Перемещения по осям X, Y, Z	500x300x220 мм
Перемещения по осям U, V	60x60 мм
Макс. размер детали (ДхШхВ)	825x600x215 мм
Макс. вес детали	500 кг
Подача по осям X-Y	1500 мм/мин
Система привода по осям	X, Y - линейные привода; U, V, Z - сервопривода переменного тока
Диаметр проволоки	Ø0,15 - 0,3 мм
Макс. скорость подачи проволоки	300 мм/сек

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

28

Окончание таблицы 8 – Технические характеристики модели Chmer GX 530L

1	2
Угол конусного резания	$\pm 14,5^\circ / 80 \text{ мм}$
Вес станка	3195 кг
Объем бака диэлектрика	650 л
Система цепи	Силовой MOS транзистор
Макс. напряжение	25А
IP выбор	10 ступеней
Выбор нерабочего времени	50 ступеней
Ввод данных	Клавиатура, RS-232C, USB, LAN
Монитор	15- Дюймовый цветной
Система контроля	32,бит. 1-CPU. Замкнутый цикл
Оси управления	X, Y, U, V, Z (5 осей); 6 осей - Опция
Дискретность измерения	0. 001mm
Макс. значение команды	$\pm 9999. 999\text{мм}$
Механизм системы измерения (интерполяция)	Линейная / Круговая
Система команд	ABS / INC
Контроль скорости	Серво / Постоянная подача
Масштабирование	0. 001-9999. 999
Память режимов обработки	1000-9999
Общая потребляемая мощность переменного тока	3 Фазы 220В 10% / 11кВт

Электроэрозионный прошивной станок Chmer A6040L используется получения формообразующей поверхности детали «Матрица», где трудоемка обработка на фрезерном станке. Данный станок позволяет обработать с высокой точностью и качеством формообразующую поверхность.

Достоинства:

- Жесткая конструкция с подвижной колонной снабжена линейными двигателями по X, Y, Z осям, которые обеспечивают высокоскоростную и высокоточную обработку, свободную от вибраций и мертвых ходов, орбитальная функция улучшает контур и точность форм;
- Применение новой схемы расширяет диапазон условий обработки и позволяет более точно контролировать мощность;

- Позволяет легко и быстро подобрать подходящую комбинацию режимов обработки для разных рабочих условий (Е-код), путем ввода вида материала электрода и заготовки, амперность и шероховатости, через дружественное диалоговое окно;
- Линейный двигатель и система воздушного баланса применяется в шпинделях электроэрозионных станках с сервоприводом высокой отзывчивостью. Это дает хороший результат обработки маленьких и глубоких отверстий, а также в обработке ребер и фланцев.



Рисунок 12 – Электроэрозионный прошивной станок Chmer A6040L

Так же на станках устанавливается 4-я ось С, которая расширяет функциональные возможности станка и позволяет легко прожигать винтовые поверхности и получать резьбовые отверстия в твердом сплаве и закаленных деталях. Технические характеристики станка приведены в таблице 9.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Таблица 9 – Технические характеристики модели Chmer A6040L

Наименование	Ед.изм	A6040L
Рабочий стол (ШхД)	мм	800х500
Рабочий бак (ШхДхВ)	мм	1200х740х450
Макс.размер заготовки (ШхДхВ)	мм	1050х700х300
Перемещение стола (X,Y)	мм	600х400
Перемещение стола (Z)	мм	350
Привод осей X,Y,Z		Линейный
Расстояние от поверхности ползуна до рабочего стола	мм	250-600
Макс. Вес электрода	кг	50
Макс. Вес заготовки	кг	1500
Внешние габариты (ШхДхВ)	мм	2100х2150х2260
Вес Нетто	кг	3000
Необходимое давление	кг.сила/см ²	6
Бак Диэлектрика	—	DA64
Блок питания		
Макс. Ток обработки	А	75
Макс. Потребляемая мощность	кВа	6
Скорость износа электрода	%	0.2
Лучшая шероховатость	мкм/Ra	0.25
Габаритные размеры (ШхДхВ)	мм	встроенный
Вес	кг	встроенный

2.4.2. Выбор режущего инструмента по операциям

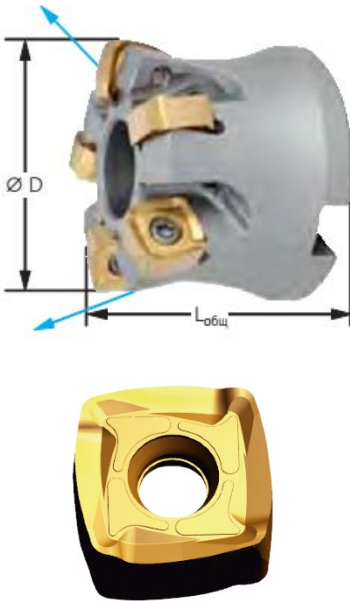


На данный момент существует множество производителей современного режущего инструмента, с помощью которого производится высокоскоростная обработка и достигается высокая точность и качество поверхностей. При выборе режущего инструмента обращается внимание на качество изготовления инструмента, его стойкости при определенной обработки поверхности в зависимости от материала детали, а также его стоимость [20].

Для механической обработки детали «Матрица» предлагается выбрать основной режущий инструмент марки GARANT от производителя компании HOFFMANN GROUP. Инструмент имеет высокую износостойкость и отличное качество, что сильно влияет как на производительность обработки, так и на точность и качество поверхностей детали. Режущий инструмент выбирается по каталогу на сайте компании HOFFMANN GROUP [31]. Пример выбора инструмента находится в приложении Г.

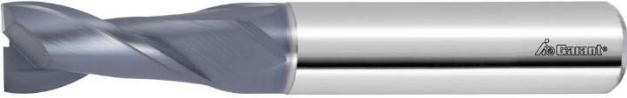







Для обработки формообразующей поверхности (криволинейной) предлагается выбрать режущий инструмент компании PRAMET. Данная марка инструмента относительно дешевая. Компания PRAMET выпускает сферические фрезы со сменными многогранными пластинами, которые обладают высокой износостойкостью и прочностью при длительной обработке по твердым материалам.

Перечень инструментов, используемых для обработки детали «Матрица» приведен в таблице 10.



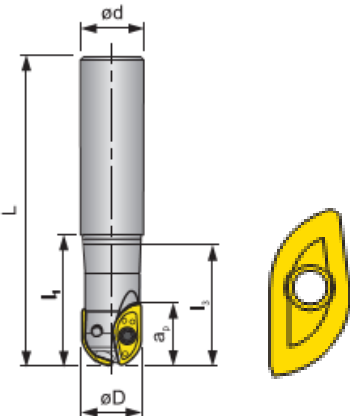

Таблица 10 – Режущий инструмент для механической обработки детали «Матрица»

№	Наименование инструмента	Изображение	Размеры, мм
1	2	3	4
1	<p>Торцевая фреза 7793VX насадная GARANT</p> <p>Пластина XOGU 120512 ER-GU52 для торцевых фрез GARANT</p>		<p>$D = 63,$ $L_{общ} = 40$</p>
2	GARANT VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN		<p>$D = 16,$ $L_{общ} = 102,$ $L_{рез} = 32$</p>
3	VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN GARAN		<p>$D = 3,5,$ $L_{общ} = 57,$ $L_{рез} = 11$</p>

Продолжение таблицы 10 – Режущий инструмент для механической обработки детали «Матрица»

1	2	3	4
4	GARANT VHM фреза концевая TiAlN		$D = 2,5,$ $L_{\text{общ}} = 50,$ $L_{\text{реж}} = 6$
5	GARANT VHM- HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN		$D = 10,$ $L_{\text{общ}} = 89,$ $L_{\text{реж}} = 47$
6	GARANT VHM- HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN		$D = 6,6,$ $L_{\text{общ}} = 91,$ $L_{\text{реж}} = 53$
7	GARANT Центровочное сверло для станков с ЧПУ HSS/E 120° N TiAlN		$D = 4,$ $L_{\text{общ}} = 55,$ $L_{\text{реж}} = 12$
8	GARANT VHM- HPC сверло с цил. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN		$D = 4,$ $L_{\text{общ}} = 119,$ $L_{\text{реж}} = 78$
9	GARANT VHM- HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN		$D = 11,$ $L_{\text{общ}} = 102,$ $L_{\text{реж}} = 55$
10	GARANT VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN		$D = 6,$ $L_{\text{общ}} = 54,$ $L_{\text{реж}} = 10$
11	GARANT VHM- HPC сверл с цил. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN		$D = 8,4,$ $L_{\text{общ}} = 61,$ $L_{\text{реж}} = 103$

Окончание таблицы 10 – Режущий инструмент для механической обработки детали «Матрица»

1	2	3	4
12	GARANT VHM- зенковка универсальный твердый сплав 60°		$D = 18,$ $L_{\text{общ}} = 73$
13	GARANT Метчик машинный HSSE-PM TiN		M10x1,5, $L_{\text{общ}} = 100$
14	PRAMET Фреза концевая копировальная 16L2R045A20- SZP16-C Пластина ZP 16ER-R		$D = 16,$ $L = 200,$ $a_p = 14,4$
15	PRAMET Борфреза P813C TiAlN		$D = 3,$ $L_{\text{общ}} = 38,$ $L_{\text{реж}} = 14$

2.5. Разработка технологических операций

2.5.1. Расчет припусков

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей уменьшения стоимости материала для изготовления изделия является уменьшение припусков на обработку. Помимо роста материальных затрат, используемых для изготовления заготовки со стоимостью материала, завышенные значения припусков ведут к росту трудоемкости и энергозатрат, а также к снижению эффективности использования оборудования, что в конечном итоге ведет к росту изготовления изделия.

Для поверхности детали «Матрица», к которой предъявляются самые высокие требования точности и качества ($110_{-0,022}$), выполнен расчет припусков расчетно-аналитическим методом.

Все результаты расчетов представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $110_{-0,022}$

Последовательность обработки поверхности по Н6	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ мкм	Расчетный размер, мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				L_{min}	L_{max}	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	160	200	66	-	-	111,064	0,87	111,06	111,93	-	-
Черновое фрезерование	50	50	4	0	2*426	110,212	0,14	110,21	110,35	0,85	1,58
Чистовое фрезерование	10	15	3	0	2*104	110,004	0,051	110,004	110,055	0,206	0,295
Шлифование	5	10		0	2*13	109,978	0,022	109,978	110,0	0,026	0,055

Значения R_z , h находятся по таблице 7 [с. 182, 4] (R_z – высота неровностей профиля поверхности, h – глубина дефектного слоя); ρ , ε определяются по таблице 36, 40 [с. 78, 4] (ρ – пространственное отклонение расположения

обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки, ε – погрешность установки детали в приспособлении).

Определение расчетного минимального припуска на обработку:

$$2Z_{imin} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$$2Z_{2min} = 2 \cdot (160 + 200 + 66) = 2 \cdot 426 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3min} = 2 \cdot (50 + 50 + 4) = 2 \cdot 104 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4min} = 2 \cdot (10 + 3) = 2 \cdot 13 \text{ мкм}$$

Определение расчетного размера для каждого перехода:

$$L_{p4} = 109,978 \text{ мм}$$

$$L_{p3} = 109,978 + (2 \cdot 13) = 110,004 \text{ мм}$$

$$L_{p2} = 110,004 + (2 \cdot 104) = 110,212 \text{ мм}$$

$$L_{p3} = 110,212 + (2 \cdot 426) = 111,064 \text{ мм}$$

Определение значений допусков на чертежный размер детали и на промежуточные размеры проводятся в соответствии с квалитетами, получаемые на технологических переходах [с. 120, 4].

Наибольшие предельные размеры записываются в соответствии расчетным размерам. Наименьшие предельные размеры находятся прибавлением допуска к наибольшему предельному размеру.

Определение предельных значений максимальных и минимальных припусков:

$$2Z_{imax}^{пр} = L_{maxi-1} - L_{max}$$

$$2Z_{4max}^{пр} = 110,055 - 110,0 = 0,055 \text{ мм}$$

$$2Z_{3max}^{пр} = 110,35 - 110,055 = 0,295 \text{ мм}$$

$$2Z_{2max}^{пр} = 111,93 - 110,35 = 1,58 \text{ мм}$$

$$2Z_{imin}^{пр} = L_{mini-1} - L_{max}$$

$$2Z_{4min}^{пр} = 110,004 - 109,978 = 0,026 \text{ мм}$$

$$2Z_{3min}^{пр} = 110,21 - 110,004 = 0,206 \text{ мм}$$

$$2Z_{2min}^{пр} = 111,06 - 110,21 = 0,85 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Определение общих припусков:

$$2Z_{\min}^{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{\text{пр}} = 0,026 + 0,206 + 0,85 = 1,082 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max}^{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{\text{пр}} = 0,055 + 0,295 + 1,58 = 1,93 \text{ мм}$$

Расчет общего номинального припуска:

$$2Z_{\text{о ном}} = 2Z_{\text{о min}} + ESD_{\text{заг}} - ESD_{\text{д}} = 1,082 + \left(\frac{0,87}{2}\right) - 0 = 1,51 \text{ мм}$$

Ниже представлена схема расположения припусков, допусков и промежуточных размеров на рисунке 13.

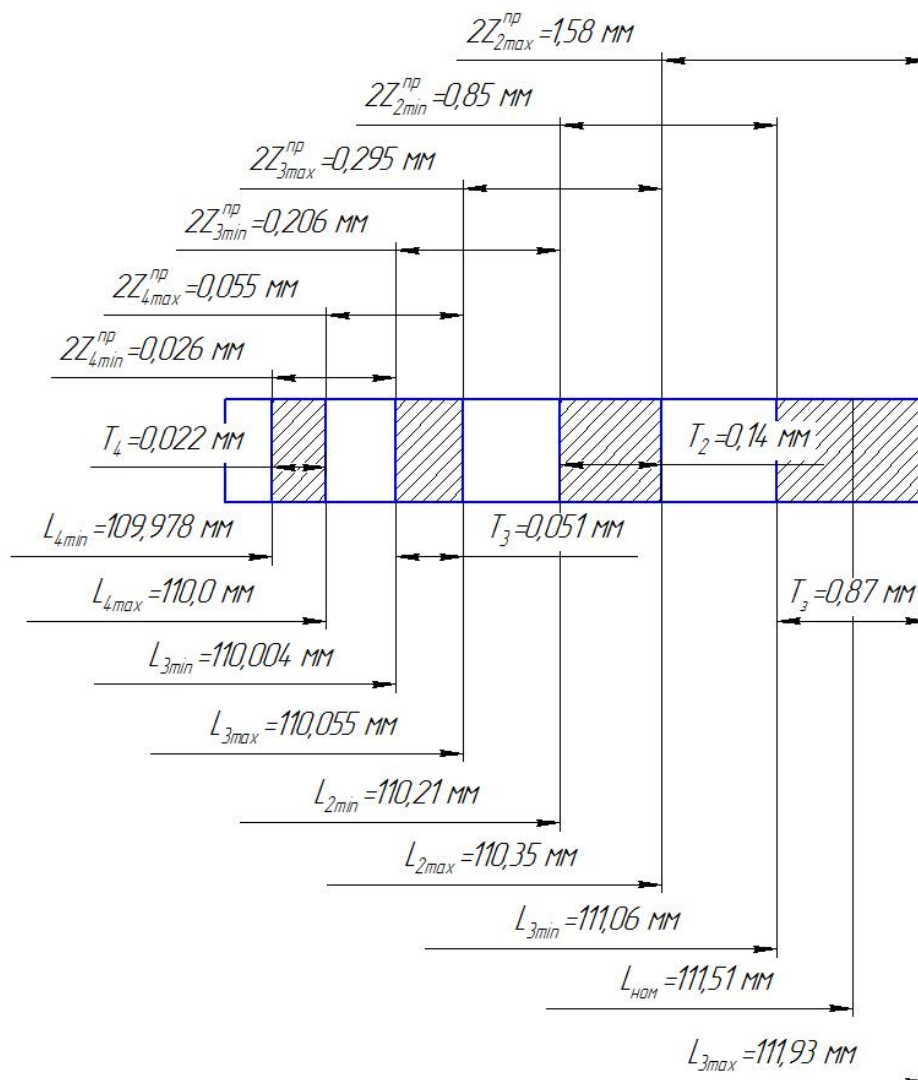


Рисунок 13 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $110_{-0,022}^{+0,022}$

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры назначаются опытно-статистическим путем.

Таблица 12 – Припуски на обрабатываемые поверхности

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм
110	0,022	5,011
100	0,35	15
58	0,3	2
50	0,016	10,008
20	0,021	13,41
6,6	0,15	3,3
11	0,18	10,5
6	0,15	3
4	0,12	2
3,5	0,1	3,5
3,74	0,018	3,731
18	0,018	11,409
1,4	0,06	1,43
1,85	0,06	1,88
3	0,06	3,03
10	0,18	10
18	0,21	5
R60,23	0,03	17,015
R90,34	0,035	3,749
1	0,1	1
2,5	0,1	2,5

2.6. Расчет режимов резания

После выбора инструмента осуществляется выбор режимов резания. Режимы резания принимаются по рекомендации производителя из каталога инструмента, в зависимости от его типа, геометрии и выбранного материала режущей части [31]. Все режимы резания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Режимы резания по операциям

№ п/п	Подача на зуб фрезы, F_z , мм/зуб	Подача на оборот, F_n , мм/об	Подача минутная, F_m , мм/мин	Частота оборотов, n , об/мин	Скорость резания, V , м/мин	Глубина резания a_p , мм	Число проходов
Операция 010 Комплексная с ЧПУ							
1	1,32	6,61	5340	808	160	1,8	1
2	1,3	6,5	3150	485	96	2,3	1
3	0,045	0,136	176	1290	65	1	2
4	0,01	0,03	164	5460	60	0,9	2
5	0,01	0,02	153	7640	60	0,7	2
6	-	0,14	223	1590	50	5	1
7	-	0,12	463	3860	80	3,3	1
8	-	0,08	414	5170	65	2	1
9	-	0,14	203	1450	50	4,95	1
10	0,012	0,036	458	9700	100	1,5	2
11	0,015	0,045	143	3180	60	4	3
12	1,3	6,5	5260	808	160	1,8	1
13	0,1	0,534	230	430	54	1,9	4
14	1,3	6,5	3150	485	96	2,3	1
15	0,013	0,038	130	3450	65	2	12
16	0,015	0,045	143	3180	60	5	18
17	-	0,15	455	3030	80	4,2	1
18	-	0,08	14,2	177	10	9	1
19	-	1,5	-	223	7	0,866	1
20	0,05	0,1	1200	12000	113	0,05	32
21	0,045	0,135	161	1190	60	1,7	4
22	0,012	0,036	126	3450	65	5	3
23	0,012	0,036	458	9700	100	2	9

2.7. Расчет технических норм времени

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Технические нормы времени в условиях мелкосерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом для одной операции.

В мелкосерийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n},$$

где $T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;
 n – количество деталей в партии, шт [10].

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}},$$

где T_0 – основное время, мин;
 $T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;
 $T_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;
 $T_{\text{отл}}$ – время на личные надобности, мин [10].

$$T_0 = \frac{l \cdot i}{S_{\text{м}}},$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;
 i – число рабочих ходов;
 $S_{\text{м}}$ – минутная подача, мм/мин [10].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}},$$

где $T_{\text{у.с.}}$ – время на установку заготовки, мин;
 $T_{\text{з.о.}}$ – время на закрепление и открепление заготовки, мин;
 $T_{\text{уп}}$ – время на приемы управления, мин;
 $T_{\text{из}}$ – время на измерение детали, мин [10].

В данном случае необходимо привести аналитический расчет штучного

времени для операции 010 Комплексная с ЧПУ. Основное время рассчитывается автоматически при выборе режимов резания на сайте производителя. Основное время по переходам:

Переход 1. $T_0 = 0,3$ мин

Переход 2. $T_0 = 0,025$ мин

Переход 3. $T_0 = 1,526$ мин

Переход 4. $T_0 = 2,48$ мин

Переход 5. $T_0 = 1,5$ мин

Переход 6. $T_0 = 0,738$ мин

Переход 7. $T_0 = 0,108$ мин

Переход 8. $T_0 = 0,12$ мин

Переход 9. $T_0 = 0,065$ мин

Переход 10. $T_0 = 0,156$ мин

Переход 11. $T_0 = 2,62$ мин

Переход 12. $T_0 = 0,025$ мин

Переход 13. $T_0 = 2,188$ мин

Переход 14. $T_0 = 0,025$ мин

Переход 15. $T_0 = 1,272$ мин

Переход 16. $T_0 = 1,39$ мин

Переход 17. $T_0 = 0,047$ мин

Переход 18. $T_0 = 1,01$ мин

Переход 19. $T_0 = 0,045$ мин

Переход 20. $T_0 = 4,14$ мин

Переход 21. $T_0 = 0,82$ мин

Переход 22. $T_0 = 1,94$ мин

Переход 23. $T_0 = 0,35$ мин

$$\begin{aligned} \Sigma T_0 &= 0,3 + 0,025 + 1,526 + 2,48 + 1,5 + 0,738 + 0,108 + 0,12 + \\ &0,065 + 0,156 + 2,62 + 0,025 + 2,188 + 0,025 + 1,272 + 1,39 + 0,047 + 1,01 + \\ &0,045 + 4,14 + 0,82 + 1,94 + 0,35 = 20,76 \text{ мин} \end{aligned}$$

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производится расчет вспомогательного времени:

$$T_B = 0,6 + 0,3 + 0,2 + 0,15 = 1,25 \text{ мин}$$

Время на обслуживание станка: $T_{\text{обс}} = 1,54 \text{ мин}$

Время на личные надобности: $T_{\text{отл}} = 0,88 \text{ мин}$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 22,76 + 1,25 + 1,54 + 0,88 = 26,43 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время обработки:

$$T_{\text{шт.к.}} = 26,43 + \frac{24}{16} = 64,2 \text{ мин} = 27,93 \text{ мин}$$

Остальное штучно-калькуляционное время на другие операции выбирается по табличным значениям из справочников. Все результаты сводятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Расчет технических норм времени

Наименование операции	t_0	t_B	$t_{\text{об}}$	$t_{\text{от}}$	$t_{\text{шт}}$	$t_{\text{п-з}}$	н, шт	$t_{\text{ш-к}}$
005 Отрезная	1,54	0,8	0,16	0,09	2,59	21	16	3,9
010 Комплексная с ЧПУ	22,76	1,25	1,54	0,88	26,43	24		27,93
020 Плоскошлифовальная	13,45	2,4	1,7	1,9	19,34	17		19,6
025 Электроэрозионная	74,9	1,84	4,65	1,51	82,9	21		84,21
030 Электроэрозионная	216,2	210,4	5,4	6,3	451,3	10		7ч 52

2.8. Выбор и расчет станочного зажимного приспособления

2.8.1. Разработка технического задания

В тех случаях, когда можно выполнить успешно обработку без специальных приспособлений, следует ориентироваться на применение приспособления общего назначения. Оно стандартизовано, его просто приобрести и удобен в обслуживании. Для зажима детали «Матрица» на 5-осевом обрабатывающем центре MV-308-5X используются прецизионные тиски QGG100. Они выполнены из высококачественной стали, быстро зажимаются. На рисунке 13 представлено зажимное приспособление для закрепления детали «Матрица».

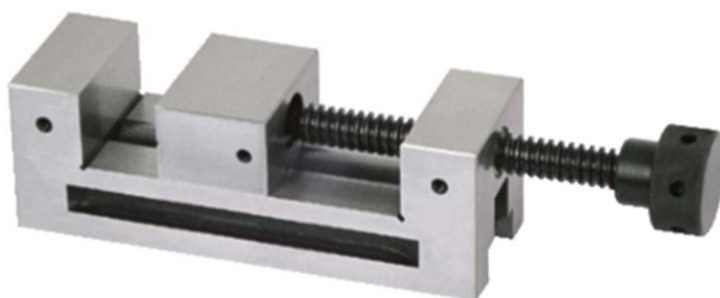


Рисунок 14 – Прецизионные тиски QGG100

2.8.2. Расчет усилий зажима станочного приспособления

Усилия зажима детали «Матрица» рассчитывается для операции 010 Комплексная с ЧПУ (установ А). Расчет производится исходя из усилий, возникающих при обработке детали, где возникает максимальная сила резания. Схема зажима заготовки в приспособление представлена на рисунке 15.

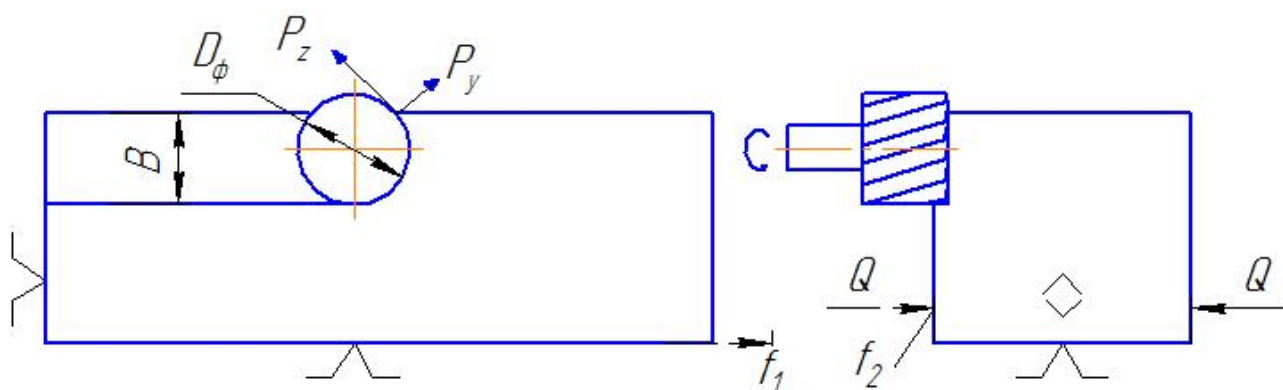


Рисунок 15 – Расчетно-силовая схема зажима заготовки

При фрезеровании поверхности возникает максимальная сила резания P_z , которую можно определить по формуле:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

B – ширина резания, мм;

z – количество зубьев;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

43

K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [с. 278, 21];

C_p, x, y, z, q, w – коэффициент и исходные индексы [с. 291, 21].

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 1^{0,75} \cdot 1,3^{0,6} \cdot 10 \cdot 3}{16^{0,86} \cdot 485^0} \cdot 1,3 = 2652,71 \text{ Н}$$

Зная значение силы P_z , определяется сила зажима Q :

$$Q = \frac{k \cdot P_z}{2(f_1 + f_2)},$$

где f_1 – коэффициент трения между заготовкой и зажимом;

f_2 – коэффициент трения между заготовкой и установочным элементом;

k – коэффициент запаса; представляется как произведение первичных коэффициентов:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, $k_1 = 1,2$;

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента, $k_2 = 1,7$;

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании, $k_3 = 1$;

k_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима, $k_4 = 1,3$;

k_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах, $k_5 = 1$;

k_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, $k_6 = 1$.

$$Q = \frac{1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,3 \cdot 2652,71}{2 \cdot (0,16 + 0,2)} = 14656,22 \text{ Н}$$

Приложенные к заготовке силы зажима должны предотвратить возможный отрыв заготовки, сдвиг или поворот ее под действием сил резания и

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обеспечить надежное закрепление заготовки в течение всего времени обработки.

2.9. Выбор и расчет средств технического контроля

Измерение – нахождение физической величины с помощью специальных технических средств. В технике наряду с понятием «измерение» применяется понятие «контроль». Под контролем понимается определения как количественных, так и качественных характеристик. Метод измерения – совокупность используемых измерительных средств и условий их применения. Существует абсолютный метод и метод измерения мерой. При абсолютном методе измерения измерительное средство показывает действительное значение. При сравнительном методе показывается отклонение значения измеряемой величины от действительного размера.

Измерительные средства подразумевают под собой технические устройства, которые используются при измерениях. Правила выбора средств технологического контроля регламентированы стандартом. В соответствии с ГОСТ 14.306-73 выбор средств контроля происходит на основании обеспечения заданных показателей процесса контроля и анализа затрат на его реализацию.

При выборе средств технологического контроля учитываются:

- Организационно-технические формы контроля;
- Точность измерения;
- Достоверность и трудоемкость контроля;
- Масштаб производства;
- Стоимость контроля;
- Требование техники безопасности.

С учетом указанных требований выбирается средство контроля и разрабатывается схема контроля.

2.9.1. Выбор средств технологического контроля

Для контроля точности размеров на 5-осевом обрабатывающем центре MV-308-5X используется измерительная головка Renishaw с контактной

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

системой сканирования SPRINT. Система сканирует с высокой точностью и скоростью. В ней выполняется регистрация постоянного потока точных 3D данных точек по всей поверхности детали «Матрица» и производится анализ этих данных в реальном времени в системе ЧПУ станка, что создает новые возможности для автоматизированного контроля в процессе обработки.



Рисунок 16 – Зонд OSP60 SPRINT

В сканирующем датчике OSP60 предусмотрен аналоговый сенсор с разрешением 0,1 мкм по трем измерениям, который обеспечивает исключительную точность и максимально точное представление о форме детали.

Датчик OSP60 изготовлен из высококачественных материалов и отличается прочностью и надежностью работы в самых жестких условиях эксплуатации станка, выдерживая удары, сильные перепады, вибрацию, попадание жидкости и температуры.

3. РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В данной главе разработан фрагмент управляющей программы для обработки детали «Матрица» на 5-осевом обрабатывающем центре MV-308-5X. Станок оснащен числовым программным управлением HEIDENHAIN 530i.

3.1. Описание и основные функции программного управления станка MV-308-5X

Станок изготовлен в соответствии с общепринятыми правилами и нормами безопасности.

Обязательным требованием является знание техническим персоналом правил эксплуатации обрабатывающих станков.

Требования к технике безопасности:

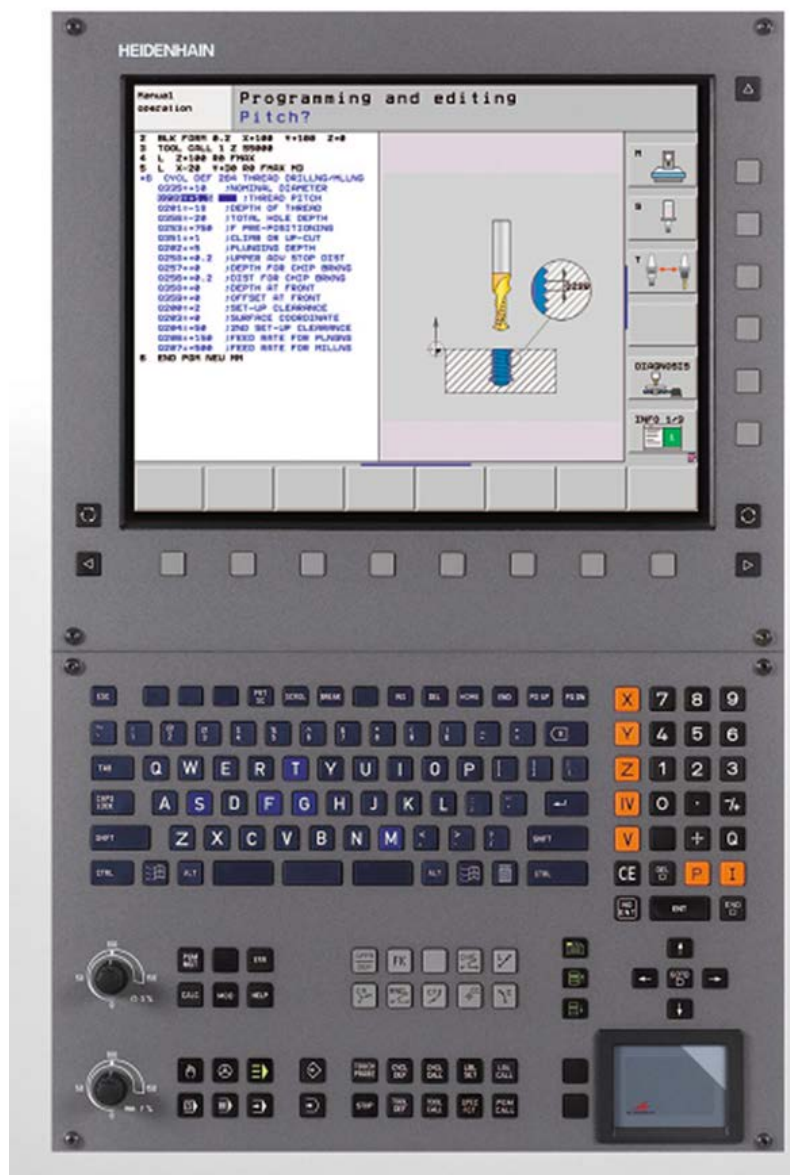
- Перед началом работы проверяется правильность всех защитных устройств;
- В процессе работы станка не допускается проникновение в зону обработки;
- При техобслуживании станка выключатель должен быть заблокирован;
- Защитные устройства станка можно снимать в целях ремонта или техобслуживания.

Панель управления и клавиатура

Контурная система ЧПУ iTNC 530 - это универсальная система управления компании HEIDENHAIN с возможностью программирования непосредственно на станке. Данная система с ЧПУ представляет собой оптимизированную систему управления перемещением по траектории, коротким временем обработки кадра и специальными стратегиями регулирования. Встроенное цифровое управление приводами с

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

интегрированным преобразователем, и цифровая архитектура обеспечивают высокую скорость обработки при высочайшей точности контура, что необходимо при обработке 2D-контуров или 3D-форм. Динамический контроль столкновений (опция DCM) системы iTNC 530 постоянно контролирует рабочую зону станка на предмет возможных столкновений рабочих органов с зажимными приспособлениями. Адаптивное управление подачей (опция AFC) автоматически регулирует контурную подачу в зависимости от мощности шпинделя и других параметров. Это позволяет оптимизировать время обработки, контролировать инструмент и щадить механику станка.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рисунок 17 – Стойка с ЧПУ iTNC 530 5-осевого обрабатывающего центра
MV-308-5X

3.2. Фрагмент управляющей программы

```

0 BEGIN PGM Matrica MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
2 BLK FORM 0.2 X+60 Y+115 Z+0
3 TOOL CALL 1 Z S808
4 L Z+250 R0 FMAX M3
5 L X+30 Y+115 R0 FMAX
6 APPR LT X+30 Y+115 Z+0 LEN2 R0 F5340
7 L X+30 Y+0
8 DEP LT LEN63 FMAX
9 L Z+250 R0 FMAX M3
10 CYCL DEF 13.0 ORIENTATION
11 CYCL DEF 13.1 ANGLE90
12 L X+30 Y+113.2 R0 FMAX
13 APPR LT X+30 Z+0 LEN2 R0 F5340
14 L X+30 Z-50
15 DEP LT LEN63 FMAX
16 L Z+250 R0 FMAX M6
17 CYCL DEF 13.0 ORIENTATION
18 CYCL DEF 13.1 ANGLE0
19 TOOL CALL 2 Z S485
20 L Z+250 R0 FMAX M3
21 L X+0 Y+115 R0 FMAX
22 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD ~
    Q218=+113.2 ;FIRST SIDE LENGTH ~
    Q424=+115 ;WORKPC. BLANK SIDE 1 ~
    Q219=+58 ;2ND SIDE LENGTH ~

```

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Q425=+58 ;WORKPC. BLANK SIDE 2 ~

Q220=+0 ;CORNER RADIUS ~

Q368=+1 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~

Q224=+0 ;ANGLE OF ROTATION ~

Q367=+4 ;STUD POSITION ~

Q207=+800 ;FEED RATE FOR MILLNG ~

Q351=-1 ;CLIMB OR UP-CUT ~

Q201=-10 ;DEPTH ~

Q202=+10 ;PLUNGING DEPTH ~

Q206=+176 ;FEED RATE FOR PLNGNG ~

Q200=+2 ;SET-UP CLEARANCE ~

Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~

Q204=+250 ;2ND SET-UP CLEARANCE ~

Q370=+1 ;TOOL PATH OVERLAP ~

Q437=+2 ;APPROACH POSITION

23 L Z+250 R0 FMAX M2

24 END PGM Matrica MM

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Состояние экономики страны в целом зависит от эффективности работы отдельных предприятий. На каждом предприятии, стремящиеся осуществлять производство с минимальными издержками, должны использовать переменные ресурсы в таких количествах, при которых отношение предельной нормы технологического замещения одного ресурса другим равно отношению цен этих ресурсов.

Предприятие – обособленная специализированная единица, основанием которой является профессионально организованный трудовой коллектив, способный изготовить нужную потребителю продукцию соответствующего значения, профиля и ассортимента.

На предприятии решается множество вопросов, связанных с применением высокопроизводительной техники, внедрением новых технологий, расходом многих ресурсов, определяются пути снижения издержек и увеличения прибыли.

Изучение экономики предприятий, призванных удовлетворять человеческие потребности в товарах и услугах, является необходимым условием при решении социально-экономических задач, связанных с производством и реализацией необходимых человеку материальных ценностей, что непосредственно влияет на эффективность работы предприятия в целом.

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте разрабатывается технологический процесс механической обработки детали «Матрица» в условиях ОАО «Свердловский инструментальный завод» и рассматривается вопрос о экономической целесообразности разработки этого технологического процесса. Используется высокотехнологичное оборудование, оптимизируются режимы резания, рассчитываются затраты на материалы, энергоносители, определяется число рабочих, время выпуска готовой детали.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данный технологический процесс разработан на базе чертежа детали и годовой программы выпуска, который был предоставлен заводом для выпуска данного изделия в условиях мелкосерийного производства.

Исходные данные для производства детали:

1. Название детали «Матрица»

2. Характеристика детали:

Деталь матрица пресс-формы для изготовления изделий.

3. Масса детали 1,55 кг

4. Отходы материала составляют 1,14 кг

5. Материал заготовки сталь 95X18

6. Оборудование: 5-осевой обрабатывающий центр MV-308-5X; ленточно-отрезной станок DELTA HFA-350 NS; Плоскошлифовальный станок JPSG-1020A; Электроэрозионный проволочный станок Chmer GX 530L; Электроэрозионный прошивной станок Chmer A6040L.

Таблица 15 – Исходные данные для расчета

Показатели	Данные
1. Годовая программа выпуска деталей, шт	16
2. Штучно-калькуляционное время обработки по операциям, мин	
005 Отрезная	3,9
010 Комплексная с ЧПУ	64,2
020 Плоскошлифовальная	19,6
025 Электроэрозионная	84,21
030 Электроэрозионная	472
3. Годовой фонд времени оборудования, час	
DELTA HFA-350 NS	1890
MV-308-5X	1970
JPSG-1020A	1940
Chmer GX 530L	1970
Chmer A6040L	1970
4. Нормативный коэффициент загрузки оборудования	0,9
5. Коэффициент выполнения норм	1,0
6. Часовая ставка рабочих по разрядам, руб:	
Оператор 2 разряда	110
Наладчик	160
Контролер	130
Транспортный рабочий	130
7. Коэффициент использования металла	0,6

Целью технико-экономических расчетов в дипломном проекте является расчет себестоимости изготовления детали.

4.2. Техничко-экономические расчеты при проектировании технологического процесса механической обработки детали «Матрица»

4.2.1. Расчет количества оборудования

Определение количества технологического оборудования:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60'}$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$F_{\text{об}}$ – действительный годовой фонд времени оборудования, ч;

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм времени;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования [с. 21, 24].

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается следующим образом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_p}{100} \right),$$

где $F_{\text{н}}$ – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

k_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, % [с. 64, 24];

$$F_{\text{об}1} = 1970 \cdot \left(1 - \frac{1,7}{100} \right) = 1937 \text{ ч}$$

$$F_{\text{об}2} = 1890 \cdot \left(1 - \frac{1,2}{100} \right) = 1867 \text{ ч}$$

$$F_{\text{об}3} = 1940 \cdot \left(1 - \frac{1,3}{100} \right) = 1915 \text{ ч}$$

$$F_{\text{об}4} = 1970 \cdot \left(1 - \frac{1,5}{100} \right) = 1940 \text{ ч}$$

$$F_{\text{об}5} = 1970 \cdot \left(1 - \frac{1,5}{100} \right) = 1940 \text{ ч}$$

$$q_1 = \frac{27,93 \cdot 16}{1937 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 60} = 0,0043 \text{ шт}$$

$$q_2 = \frac{3,9 \cdot 16}{1867 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 60} = 0,0008 \text{ шт}$$

$$q_3 = \frac{19,6 \cdot 16}{1915 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 60} = 0,003 \text{ шт}$$

$$q_4 = \frac{84,21 \cdot 16}{1937 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 60} = 0,013 \text{ шт}$$

$$q_5 = \frac{472 \cdot 16}{1937 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 60} = 0,072 \text{ шт}$$

Результаты вычислений сводятся в таблицу 16.

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования	Мощность станка, кВт	Коэффициент загрузки оборудования	Потери номинального времени работы на ремонт, %	Номинальный фонд работы оборудования, ч
MV-308-5X	1	28	0,9	1,7	1890
DELTA HFA-350 NS	1	3,75	0,9	1,2	1970
JPSG-1020A	1	1,5	0,9	1,3	1940
Chmer GX 530L	1	11	0,9	1,5	1970
Chmer A6040L	1	6	0,9	1,5	1970

4.2.2. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и},$$

где Z_m – затраты на материалы (заготовки), р.;

$Z_{зп}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$ – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

4.2.2.1. Затраты на материал

При проектировании технологического процесса был выбран метод получения заготовки из толстолиствого проката. Так как предлагается закупать толстолистовой прокат определенных размеров, то тогда затраты материалы рассчитываются следующим образом:

$$З_3 = (M_3 \cdot Q_3 - M_{отх} \cdot Q_{отх}) \cdot k_{тр},$$

где M_3 – масса заготовки, кг;

Q_3 – цена за 1 килограмм материала заготовки, р.;

$M_{отх}$ – масса отходов, р.;

$Q_{отх}$ – цена за 1 килограмм отходов, р.;

$k_{тр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $k_{тр} = 1,04 \%$

В проектируемом технологическом процессе;

$$З_3 = (1,55 \cdot 432 - 1,14 \cdot 53) \cdot 1,04 = 633,55 \text{ р}$$

4.2.2.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$З_{зп} = З_{пр} + З_{н} + З_{эл} + З_{к} + З_{тр},$$

где $З_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$З_{н}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$З_{эл}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$З_{к}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$З_{тр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

При сдельной оплате труда:

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{пр} = C_T \cdot t \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{соц} \cdot k_p,$$

где C_T – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

t – штучно-калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,
 $k_{мн} = 0,49$;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,
 $k_{доп} = 1,2$;

$k_{соц}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, $k_{соц} = 1,3$;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$.

$$З_{пр1} = 110 \cdot 0,4655 \cdot 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 45 \text{ р.}$$

$$З_{пр2} = 110 \cdot 0,065 \cdot 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 6,3 \text{ р.}$$

$$З_{пр3} = 110 \cdot 0,33 \cdot 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 31,9 \text{ р.}$$

$$З_{пр4} = 110 \cdot 1,4 \cdot 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 135,37 \text{ р.}$$

$$З_{пр5} = 110 \cdot 7,86 \cdot 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 760 \text{ р.}$$

Численность станочников (операторов):

$$\text{Ч}_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.

$$\text{Ч}_{ст1} = \frac{27,93 \cdot 16 \cdot 0,49}{1672 \cdot 60} = 0,002 \text{ чел.}$$

$$\text{Ч}_{ст2} = \frac{3,9 \cdot 16 \cdot 0,49}{1672 \cdot 60} = 0,0003 \text{ чел.}$$

$$\text{Ч}_{ст3} = \frac{19,6 \cdot 16 \cdot 0,49}{1672 \cdot 60} = 0,0015 \text{ чел.}$$

$$\text{Ч}_{ст4} = \frac{84,21 \cdot 16 \cdot 0,49}{1672 \cdot 60} = 0,0066 \text{ чел.}$$

$$\text{Ч}_{ст5} = \frac{472 \cdot 16 \cdot 0,49}{1672 \cdot 60} = 0,037 \text{ чел.}$$

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимается по всем операциям $\text{Ч}_{\text{ст}} = 1$.

Принимая численность рабочих, а также затраты на заработную плату производственных рабочих заносятся в таблицу 16.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников проектируемого технологического процесса

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	З/п, р.	Расчетная численность станочников, чел
005 Отрезная	110	3,9	6,3	0,0003
010 Комплексная с ЧПУ	110	27,93	45	0,002
020 Плоскошлифовальная	110	19,6	31,9	0,0015
025 Электроэрозионная	110	84,21	135,37	0,0066
030 Электроэрозионная	110	472	760	0,037
Итого			978,57	0,0474

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_{\text{т}}^{\text{всп}} * F_{\text{р}} * \text{Ч}_{\text{всп}} * k_{\text{доп}} * k_{\text{соц}} * k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}},$$

где $C_{\text{т}}^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, р.;

$\text{Ч}_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

Определение численности вспомогательных рабочих:

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = \frac{q_{\text{р}} * n}{H},$$

где $q_{\text{р}}$ – расчетное количество оборудования, шт;

n – число смен работы оборудования;

H – число станков.

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = \frac{0,093 * 1}{5} = 0,0186 \text{ чел.}$$

Принимается $\text{Ч}_{\text{всп}} = 1$.

$$З_{\text{всп}} = \frac{150 * 1672 * 0,0186 * 1,2 * 1,3 * 1,15}{16} = 523 \text{ р.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников.

Численность контролеров составляет 7% от числа станочников.

$$\text{Ч}_{\text{тр}} = \frac{0,0474 \cdot 5}{100} = 0,0024 \text{ чел.}$$

$$\text{З}_{\text{тр}} = \frac{120 \cdot 1672 \cdot 0,0024 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{16} = 54 \text{ р.}$$

$$\text{Ч}_{\text{контр}} = \frac{0,0474 \cdot 7}{100} = 0,0033 \text{ чел.}$$

$$\text{З}_{\text{контр}} = \frac{120 \cdot 1672 \cdot 0,0033 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{16} = 74,24 \text{ р.}$$

Таблица 18 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	150	1	523
Транспортный рабочий	120	1	54
Контролер	120	1	74,24
Итого:		3	651,24

4.2.2.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции:

$$\text{З}_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot \text{Ц}_э,$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,
 $k_N = 0,3$;

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,
 $k_{\text{вр}} = 0,4$;

$k_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w = 1,06$;

η – коэффициент полезного действия оборудования;

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

$\text{Ц}_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, р.

$$Z_{э1} = \frac{28 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 27,93}{0,8 \cdot 60} \cdot 3,45 = 7,15 \text{ р.}$$

$$Z_{э2} = \frac{3,75 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 3,9}{0,8 \cdot 60} \cdot 3,45 = 0,13 \text{ р.}$$

$$Z_{э3} = \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 19,6}{0,8 \cdot 60} \cdot 3,45 = 0,27 \text{ р.}$$

$$Z_{э4} = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 84,21}{0,8 \cdot 60} \cdot 3,45 = 9 \text{ р.}$$

$$Z_{э5} = \frac{6 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 472}{0,8 \cdot 60} \cdot 3,45 = 25,89 \text{ р.}$$

Результаты расчетов сведены в таблице 18.

Таблица 19 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленн ая мощность, кВт	Штучно- калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р
MV-308-5X	28	27,93	7,15
DELTA HFA-350 NS	3,75	3,9	0,13
JPSG-1020A	1,5	19,6	0,27
Chmer GX 530L	11	87,21	9
Chmer A6040L	6	472	25,89
Итого:			42,44

4.2.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$Z_{об} = C_{рем},$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Затраты на ремонт оборудования можно определить путем укрупненного расчета по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования по приложению 3 [с. 65, 24].

Результаты расчетов затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования сводятся в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Затраты на ремонт, р.
MV-308-5X	11705	1	11,78
DELTA HFA-350 NS	1400	1	1,45
JPSG-1020A	1900	1	1,96
Chmer GX 530L	1800	1	1,82
Chmer A6040L	2400	1	2,43
Итого:			19,44

4.2.2.5. Затраты на эксплуатацию инструмента

Стоимость инструмента для обработки детали «Матрица» приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Стоимость инструмента GARANT и PRAMET

№ п/п	Наименование инструмента	Стоимость, р.
1	Торцевая фреза 7793VX насадная GARANT Пластина XOGU 120512 ER-GU52	10130 326
2	GARANT VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN	6000
3	VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN GARAN	7800
4	GARANT VHM Фреза концевая TiAlN	3150
5	GARANT VHM-HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	4000
6	GARANT Центровочное сверло для станков с ЧПУ HSS/E 120° N TiAlN	3340
7	GARANT VHM-HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	6600
8	GARANT VHM-HPC сверло с цил. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	5980
9	GARANT VHM-HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	3380
10	GARANT VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN	8700
11	GARANT VHM-HPC сверло с цил. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	8590
12	GARANT VHM-зенковка универсальный твердый сплав 60°	11480
13	GARANT Метчик машинный HSSE-PM TiN	4600
14	PRAMET Фреза концевая копировальная 16L2R045A20-SZP16-C Пластина ZP 16ER-R	14200
15	PRAMET Борфреза P813C TiAlN	12600

Определение затрат на эксплуатацию инструмента:

$$З_{\text{зи}} = (Ц_{\text{пл}} \cdot n + (Ц_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot Ц_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

где $Z_{эи}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$C_{пл}$ – цена сменной многогранной пластины, р.;

n – количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{корп}$ – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$C_{компл}$ – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{компл}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт. Коэффициент – эмпирическая, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{компл} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q – количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт. Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий полуставовой токарной обработки представлены в таблице 21;

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{фи}$ – коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента;

$T_{маш}$ – машинное время, мин;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента, мин.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 22 – Количество сменных многогранных пластин

Форма сменной многогранной пластины	Ромбическая C,D,V	Треугольная T,W	Квадратная S	Круглая R
Значение показателя Q	500	350	250	200

В проектируемом технологическом процессе на фрезерную обработку выбран инструмент как со сменными многогранными пластинами, так и монолитный.

Для монолитного инструмента:

$$Z_{\text{и}} = \frac{C_{\text{и}} + \beta_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}}{T_{\text{ст}} \cdot (\beta_{\text{п}} + 1)} \cdot T_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{и}},$$

где $C_{\text{и}}$ – цена единицы инструмента, р.;

$\beta_{\text{п}}$ – число переточек;

$C_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки, р.;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента, мин;

$T_{\text{м}}$ – машинное время, мин;

$\eta_{\text{и}}$ – коэффициент случайной убыли инструмента.

На основании вышеприведенных формул рассчитывается стоимость инструментов на изготовление одной детали. Результаты приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты инструмента GARANT и PRAMET на 1 деталь

№ п/п	Наименование инструмента	Стоимость (на 1 деталь), р.
1	2	3
1	Торцевая фреза 7793VX насадная GARANT Пластина XOGU 120512 ER-GU52	6,7 0,2
2	GARANT VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN	4
3	VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN GARANT	3,6
4	GARANT VHM фреза концевая TiAlN	2,4
5	GARANT Центровочное сверло для станков с ЧПУ HSS/E 120° N TiAlN	2,3
6	GARANT VHM-HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	3,74
7	GARANT VHM-HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	2,61

Окончание таблицы 23 – Затраты инструмента GARANT и PRAMET на 1 деталь

8	GARANT VHM-HPC сверло с цил. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	2,72
9	GARANT VHM-HPC сверло с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	3,86
10	GARANT VHM Фреза концевая DIN 6535 HA TiAlN	2,68
11	GARANT VHM-HPC свёрла с цил. хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN	2,81
12	GARANT VHM-зенковка универсальный твердый сплав 60°	3,26
13	GARANT Метчик машинный HSSE-PM TiN	1,53
14	PRAMET Фреза концевая копировальная 16L2R045A20-SZP16-C Пластина ZP 16ER-R	13
15	PRAMET Борфреза P813C TiAlN	10
Итого		65,6

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сведены в таблице 24.

Таблица 24 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статья затрат	На программу, р.	На 1 деталь, р.
Затраты на изготовление заготовки	10136,8	633,55
Заработная плата с начислениями	26076,96	1629,81
Затраты на электроэнергию	679	42,44
Затраты на эксплуатацию технологического оборудования	311	19,44
Затраты на инструмент	1049,6	65,6
Итого	38253,36	2390,84

Технологическая себестоимость годового выпуска детали «Матрица» составила 38253,36 рублей. Себестоимость 1 детали составляет 2390,84 рубль.

4.2.3. Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия

Необходимо рассчитать несколько обобщающих коэффициентов, характеризующих технико-экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии [с. 36, 24]:

– Уровень механизации труда на программных операциях:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_o + T_{\text{всп}}}{t} \cdot 100\%,$$

где T_o – основное время обработки детали на программных операциях, мин;
 $T_{всп}$ – вспомогательное время механизированных приемов, мин;
 t – штучно-калькуляционное время, мин.

– Производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{вн} \cdot 60}{t},$$

где F_p – действительный фонд времени одного рабочего, ч;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Результаты расчетов технико-экономических показателей проекта сведены в таблицу 25.

Таблица 25 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя
Годовой выпуск деталей, шт	16
Количество оборудования, шт	5
Количество рабочих, шт	8
Трудоемкость изготовления 1-го изделия, н-ч	10,22
Технологическая себестоимость обработки детали, р. В том числе:	2390,84
• материальные затраты	633,55
• затраты на заработную плату рабочих	1629,81
Технологическая себестоимость годового выпуска, р.	38253,36
Уровень механизации труда на операциях, %	
005 Отрезная	60
010 Комплексная с ЧПУ	86
020 Плоскошлифовальная	80,8
025 Электроэрозионная	91
030 Электроэрозионная	90
Производительность труда на операциях, мин	
005 Отрезная	25723
010 Комплексная с ЧПУ	3591,8
020 Плоскошлифовальная	5118,4
025 Электроэрозионная	1191,3
030 Электроэрозионная	212,54

Рассчитав все необходимые экономические показатели в проектируемом технологическом процессе, были получены результаты себестоимости 1 детали и годового выпуска деталей, а также общие коэффициенты механизации и производительности труда.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления формообразующей детали. В процессе изготовления детали есть многоцелевые операции, выполняемые на станках с числовым программным управлением.

В связи с внедрением в производство нового технологического процесса, появляется необходимость переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением». Так как станки подобного типа применяются в технологическом процессе обработки деталей, разрабатываемом в настоящем проекте, то следует предусмотреть повышение квалификации рабочих, способных работы на станках с программным управлением – рабочих по профессии «Оператор-наладчик станков с программным управлением».

Переподготовка производится на базе центра ЧУДПО «Учебный центр «Уралмашзавод», который занимается подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации рабочих. На переподготовку отведено 106 часов.

5.1. Анализ профессионального стандарта

В настоящее время в России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно ему основной вид профессионально деятельности по данной профессии – наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Базовая цель деятельности рабочего по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» - наладка обрабатывающих центров с программным управлением, установка технологической последовательности обработки деталей, выявление неисправностей в работе оборудования.

Профессиональный стандарт относится к группе профессий 7223 - Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оборудования, вид экономической деятельности – 29 - Производство машин и оборудования.

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением, согласно профессиональному стандарту должен иметь:

- образование и обучение - среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих);
- опыт практической работы - не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В таблице 26 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 26 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	3
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3

Окончание таблицы 26 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	3
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям высокой степени сложности, поэтому далее проанализируем первую обобщенную трудовую функцию – «Наладка на холостом ходу и в рабочем

режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности»

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей		Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации				
Требования к образованию и обучению		Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы		Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»				
Особые условия допуска к работе		Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
		Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				
Дополнительные характеристики						
Наименование классификатора		код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности			
ОКЗ		7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования			
ЕТКС		§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд			
ОКНПО		010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением			

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам;
- Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях;
- Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.

В дипломной проекте рассматривается деталь высокой степени сложности, которую необходимо правильно выставить на столе станка. Поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
1	2				
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Режимы работы стойки ЧПУ				
	Системы графического программирования				
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами				

Окончание таблицы 28 - Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

1	2
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре «Уралмашзавод», который анализируется в следующем параграфе.

5.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии оператор станков с программным управлением 2 разряда

Учебный план переподготовки по профессии оператор станков с программным управлением в рамках учебного центра предприятия рассчитан на СРОК ОБУЧЕНИЯ = 106 часов (1,5 месяца по 4 часа в день) и включает учебные занятия теоретического и практического обучения, а также квалификационный экзамен. Базовые профессии – токарь, фрезеровщик, слесарь. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 2 разряд. Учебный план приведен в таблице 29.

Таблица 29 – Учебный план переподготовки по профессии Оператор станков с ПУ второго разряда

№	Название учебного предмета	Кол-во часов
1	Станки с программным управлением	20
2	Основы программирования процесса обработки деталей	20
3	Наладка станков с программным управлением	20
4	Производственное обучение	40
5	Квалификационный экзамен	6
	ИТОГО	106

Переподготовка производится на базе центра ЧУДПО «Уралмашзавод».

Центр «Уралмашзавод» имеет право ведения образовательной деятельности по профессиональной подготовке рабочих 16 специальностей и дополнительное профессиональное образование (повышение квалификации) по 12 специальностям в соответствии с лицензией Министерства общего и профессионального образования А 300783 рег.№3481 от 19.01.10 г.

Для обеспечения качественного процесса обучения центр имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- учебно-методический кабинет,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;
- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

В рамках учебного плана предусмотрен учебный предмет «Станки с программным управлением». Рассмотрим рабочую программу этого предмета (таблица 30).

Таблица 30 – Тематический план предмета «Станки с программным управлением»

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
1	2	3	4
Введение	2	2	
Автоматическое управление	2	2	

Окончание таблицы 30 - Тематический план предмета «Станки с программным управлением»

1	2	3	4
Особенности устройства и конструкции фрезерного станка с ЧПУ	4	4	
Функциональные составляющие ЧПУ	4	2	2
Языки для программирования обработки	8	4	4
ИТОГО	20	14	6

Из программы выбираю тему теоретического занятия «Функциональные составляющие ЧПУ». На эту тему отводится 2 часа. Далее проведем анализ темы «Функциональные составляющие ЧПУ».

Данная тема рассчитана на 1 занятие 2 часа. Тема является теоретической и направлена на изучение функциональных особенностей ЧПУ. Поурочный план обучения по данной теме приведен в таблице 30.

Основные вопросы, которые будут рассматриваться в теме «Функциональные составляющие ЧПУ»:

- 1) Подсистема управления;
- 2) Подсистема приводов;
- 3) Подсистема обратной связи.

На ОАО «Свердловский инструментальный завод» в настоящее время имеются современные станки с ЧПУ. Для более полного понимания работы станка с ЧПУ необходимо разобраться в функционировании системы ЧПУ.

Таблица 31 – Поурочный план обучения по теме «Функциональные составляющие ЧПУ»

Тема урока	Цели урока	Методы обучения	Тип урока	Материально-техническое оснащение
1	2	3	4	5
Функциональные составляющие ЧПУ	дидактические: сформировать у учащихся знания: - функции каждой подсистемы с ЧПУ:	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по	Урок лекция	Компьютерная презентация; Персональные компьютеры; Обеспечение для

Окончание таблицы 31 - Поурочный план обучения по теме «Функциональные составляющие ЧПУ»

1	2	3	4	5
	- воспитать бережное отношение к стойке станка, развивающие: - развить целеустремленность и волю при выполнении запланированной работы.	изучению презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради		самостоятельной работы обучающихся.

5.3. Разработка методики и методического обеспечения урока по теме:
«Функциональные составляющие ЧПУ»

В рамках дипломного проекта разрабатывается занятие теоретического обучения по теме «Функциональные составляющие ЧПУ».

Таблица 32 – Модель деятельности преподавателя и обучающихся на уроке теоретического обучения по теме «Функциональные составляющие ЧПУ»

Основные этапы занятия	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся	Кол-во времени
1	2	3	4
Организационная часть	Приветствует обучающихся. Проверяет присутствующих. Использует слайд №1 на котором сформулирована тема урока.	Переписывают в тетради с 1 слайда тему урока	5 минут
Мотивация обучающихся	Рассказывает о значимости темы урока в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	Слушают преподавателя	2 минуты
Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы, анализирует ответы. Добавляет информацию к их ответам. Использует слайд №2 , просит назвать основные узлы фрезерного станка	Отвечают на вопросы. Актуализируют опорные знания.	13 минут

Окончание таблицы 32 - Модель деятельности преподавателя и обучаемых на уроке теоретического обучения по теме «Функциональные составляющие ЧПУ»

1	2	3	4
Изложение нового материала	Рассказывает, из каких подсистем состоит СЧПУ Использует слайды № 3-18 для демонстрации подсистем СЧПУ.	Переписывают в тетради со слайда №3 подсистемы СЧПУ. Записывают в тетради функциональное назначение каждой подсистемы. (Слайды 4-18). После изучения выполняют задания.	35 минут
Закрепление нового материала.	Задаёт вопросы для закрепления нового учебного материала	Каждый обучаемый устно отвечает на вопрос из слайда №19	25 минут
Заключительная часть	Подведение итогов занятия	Обучаемые внимательно слушают	10 минут

План-конспект занятия теоретического обучения по теме «Функциональные составляющие ЧПУ».

1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать очень важную тему, связанную с материальной базой систем управления станками. Это тема «Функциональные составляющие ЧПУ»

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Подсистему приводов
2. Подсистему управления
3. Подсистему обратной связи

Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

2. Мотивация обучаемых

Оператор станков с ЧПУ сегодня должен хорошо владеть стойкой станка, а также знать работу СЧПУ. Система ЧПУ является не просто компьютером с программным обеспечением, но и имеет определенные компоненты, с помощью которых происходит взаимодействие станка и СЧПУ. Сегодня мы рассмотрим

с

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

помощью каких подсистем происходит взаимодействие станка и системы с ЧПУ.

3. Актуализация опорных знаний

На предыдущих занятиях мы рассмотрели конструкцию фрезерного станка. Вспомним основные моменты из пройденного материала. Назовите основные узлы фрезерного станка (Слайд №2).

4. План-конспект изложения учебного материала на уроке

Для того чтобы сделать из обычного станка с ручным управлением станок с ЧПУ, необходимо внедрить определенные компоненты в его конструкцию. Недостаточно просто подключить станок к компьютеру, чтобы он работал по программе, – необходимо модернизировать механическую и электронную «начинку» станка. Давайте посмотрим, как устроена система ЧПУ (СЧПУ) на большинстве современных станков.

Условно СЧПУ можно разделить на три подсистемы (Слайд №3):

- подсистему управления;
- подсистему приводов;
- подсистему обратной связи.

Далее в этом разделе мы подробнее остановимся на каждой из данных подсистем.

Подсистема управления

Центральной частью всей СЧПУ является подсистема управления. С одной стороны, она читает управляющую программу и отдает команды различным агрегатам станка на выполнение тех или иных операций. С другой – взаимодействует с человеком, позволяя оператору станка контролировать процесс обработки.

Сердцем подсистемы управления является контроллер (процессор), который обычно расположен в корпусе стойки ЧПУ. Сама стойка имеет набор кнопок и экран (все вместе называется пользовательским интерфейсом) для ввода и вывода необходимой информации (Слайд №4).

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В последнее время стало появляться все больше открытых, ПК-совместимых систем управления. Их аппаратная начинка практически такая же, как и у вашего домашнего персонального компьютера. Преимущество такого метода – в доступности и дешевизне электронных компонентов.

Самые современные СЧПУ могут быть оснащены САМ-системой, позволяющей автоматизировать процесс написания УП прямо на станке. Наиболее яркий пример – системы ЧПУ HEIDENHAIN 530i (Слайд №5).

Подсистема приводов

Подсистема приводов включает в себя различные двигатели и винтовые передачи для окончательного выполнения команд подсистемы управления – для реализации перемещения исполнительных органов станка (Слайд №6).

Важными компонентами подсистемы приводов являются высокоточные ходовые винты. Усовершенствованный ходовой винт станка с ЧПУ позволяет выполнять перемещение исполнительного органа с минимальным трением и практически без люфтов. Устранение люфта очень важно по двум причинам. Во-первых, это необходимо для обеспечения сверхточного позиционирования. Во-вторых, только при соблюдении этого условия возможно нормальное попутное фрезерование.

Второй составляющей подсистемы является двигатель (а точнее – несколько двигателей). Вращение вала двигателя приводит к повороту высокоточного ходового винта и линейному перемещению рабочего стола или колонны. В конструкции станков используются шаговые электродвигатели и серводвигатели (Слайд №7).

Шаговый двигатель с переменным магнитным сопротивлением имеет несколько полюсов на статоре и ротор из магнитно-мягкого материала. Он имеет шесть полюсов на статоре, ротор с четырьмя зубьями и три независимые обмотки, каждая из которых приходится на противоположные полюса статора.

При подаче электрического тока в одну из обмоток ротор стремится занять положение, при котором возникший магнитный поток будет замкнут. То есть зубья ротора будут находиться прямо напротив тех полюсов статора, на

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обмотки

которого подан ток. Если выключить ток в этой обмотке и подать его в следующую обмотку, то ротор повернется, чтобы в очередной раз замкнуть магнитный поток своими зубьями. Для непрерывного вращения ротора необходимо попеременно подавать электрический ток в 1, 2 и 3 обмотки, при этом шаг вращения для представленного двигателя составит 30° .

Когда подсистема управления посылает шаговому двигателю электрический импульс, то происходит поворот на определенный угол, который зависит от конструкции двигателя (например, $0,7^\circ$). Если ходовой винт имеет шаг 1 мм, то один импульс заставит исполнительный орган станка линейно переместиться на $0,7/360 \times 1 = 0,0019$ мм. Эта величина называется разрешением системы. Нельзя переместить исполнительный орган на величину, меньшую, чем разрешение системы. Таким образом, существует прямая взаимосвязь между двигателем, ходовым винтом и точностью перемещений станка.

Простота конструкции и легкость управления сделали шаговые электродвигатели очень популярными. Основным минусом двигателей этого типа является их толчковая или дискретная работа, которая может привести к ухудшению качества чистовой обработки поверхностей и эффекту «ступенек» при выполнении обработки по наклонной прямой или дуге.

Подсистема обратной связи

Подсистема обратной связи главным образом призвана обеспечивать подсистему управления информацией о реальной позиции исполнительного органа станка и о скорости двигателей. Подсистема обратной связи может быть открытого или замкнутого типа.

Системы открытого типа регистрируют наличие или отсутствие сигнала из подсистемы управления. К сожалению, они не могут дать информации о реальной позиции исполнительного органа и скорости двигателей, поэтому в современных станках с ЧПУ практически не используются.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Системы замкнутого типа используют внешние датчики для проверки необходимых параметров.

5. Закрепление нового материала.

Проводит опрос обучаемых по изученному материалу по контрольным вопросам, приведенным в презентации (Слайд №10):

1. Из каких компонентов состоит подсистема управления?
2. Виды систем управления.
3. Что является важными компонентами подсистемы приводов?
4. Назовите минусы шагового двигателя.
5. Для чего предназначена подсистема обратной связи?

Учащиеся отвечают на вопросы, а преподаватель слушает и анализирует ответы и при необходимости поправляет учащихся.

6. Заключительная часть

Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по самостоятельному изучению более подробно о подсистемах ЧПУ.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте была произведена разработка технологического процесса механической обработки детали «Матрица» в условиях мелкосерийного производства.

Разработанный технологический процесс обеспечивает экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование новейшего прогрессивного оборудования, применение стандартных приспособлений.

При разработке проекта были учтены: особенности и свойства обрабатываемого материала, точность размеров, шероховатость поверхностей, действующие стандарты и нормативы.

Основной характеристикой технологического процесса является:

- Мелкосерийный тип производства;
- Используемая заготовка из стали 95X18

В экономической части разрабатываемого проекта был выполнен расчет себестоимости детали.

В методической части было разработано занятие для переподготовки рабочих.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник для вузов [Гриф УМО] / В. Ф. Безъязычный. – М.: Машиностроение, 2013. – 566 с. – (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/6747>);
2. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс]: учеб. для вузов. [Гриф УМО] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов А.А. – М.: Лань, 2011. – 224 с. – (Режим доступа: (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=628));
3. Бордовская, Н. В. Педагогика [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов /Н. В. Бордовская, А. А. Реан. - СПб: Издательство «Питер», 2015. - 304 с. (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=344144>);
4. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышейш. шк., 1983. – 256 с.;
5. Клименков, С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С.С. Клименков. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 459 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/37102/page459/>);
6. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.;
7. Козлова, Т.А. Практикум по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие / Т.А.Козлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 52 с.;
8. Кругликов, Г. И. Методическая работа мастера профессионального обучения [Текст]: учебно-методическое пособие / Г. И. Кругликов. - 3-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2014. - 153 с.;

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9. Курзаева, Л. В. Управление качеством образования и современные средства оценивания результатов обучения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. В. Курзаева, И. Г. Овчинникова. - 2-е изд., стер. – М.: Изд. «Флинта», 2015. - 99 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/70446>);

10. Лабораторные и практические работы по технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [В. Ф. Безъязычный и др.]; под общ. ред. В. Ф. Безъязычного. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Машиностроение, 2013. - 599 с. – (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/67517>);

11. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учеб для вузов [Гриф УМО] / А.А. Маталин. – М.: Лань, 2010. – 512 с. – (Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=258);

12. Методика производственного обучения [Электронный ресурс]: учебно - методическое пособие / Л. Л. Молчан и др. - 3-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2013. - 192 с. (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340423>);

13. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства [Текст]: В 2 т. / С.П. Митрофанов – Ленинград: Машиностроение, 1983.;

14. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф УМО] / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 335 с.;

15. Стали и сплавы. Марочник: Справ. изд. / В. Г. Сорокин и др.; Науч. С77 В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев – М.: «Интермет Инжиниринг». 2001. – 608 с.;

16. Мухаринский, Е.И. Основы технологии машиностроения [Текст]: учеб. для вузов / Е.И. Мухаринский, Е.И., В.А. Горохов. – Минск: Вышэйш. шк., 1997. – 432 с.;

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

17. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско - технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф Московского государственного технологического университета "Станкин"]. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 495 с.;

18. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф Московского государственного технологического университета "Станкин"]. В 2 ч. Ч. 2 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 575 с.;

19. Проектирование технологических схем и оснастки [Текст]: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Л. В. Лебедев и др. – М.: Изд. Центр «Академия», 2009. - 336 с.;

20. Режущий инструмент [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.]; под общ. ред. С.В. Кирсанова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. - 520 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/63256/page2>);

21. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2 т. Т.1 /под ред. А.Г. Косиловой, Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1985. – 656с.;

22. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2 т. Т.2 / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1985. – 496с.;

23. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. для вузов [Гриф УМО] / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – М.: Лань, 2011. – 352 с. – (Режим доступа:

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711);

24. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.;

25. Технология машиностроения (специальная часть) [Текст]: Учеб. для вузов. / А.А.Гусев, Е.Р. Ковальчук и др. – М.: Машиностроение, 1976. – 480 с.;

26. Технология машиностроения [Текст]. Учеб для вузов [Гриф МО РФ] / Л.В.Лебедев и др.- М.: Изд. Центр «Академия», 2006. - 527 с.;

27. Технология машиностроения [Текст]: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 278 с.;

28. Технология машиностроения [Текст]: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин.: учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 296 с.;

29. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [А. В. Коломейченко и др.]. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 266 с. (Учебники для вузов. Специальная литература): - (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/67470>);

30. Эрганова, Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.;

31. www.toolscout.de/ToolScout/ToolSearch/operationselection.xhtml.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А – Лист задания на проектирование

В данном приложении содержится лист задания на выпускную квалификационную работу.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Б – Перечень листов графических документов

В данном приложении содержится 8 демонстрационных листов:

1. Чертеж детали «Матрица» - А1 (1 лист);
2. Предлагаемый вариант технологического процесса – А1 (1 лист);
3. Операционные эскизы – А1 (4 листа);
4. Фрагмент управляющей программы – А1 (1 лист);
5. Результаты экономических расчетов – А1 (1 лист).

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение В – Технологическая документация

В данном приложении содержится комплект технологической документации обработки детали «Матрица», состоящая из маршрутной карты.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

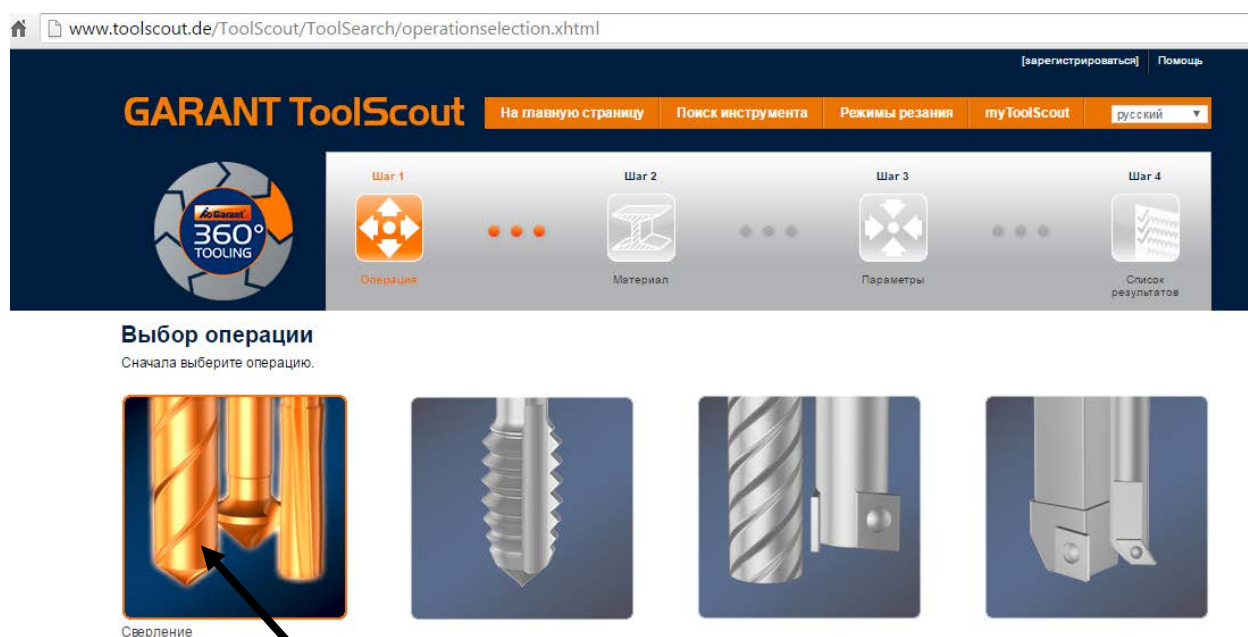
					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Г – Алгоритм выбора режущего инструмента

В данном приложении рассматривается алгоритм выбора режущего инструмента компании HOFFMANN GROUP. Для нахождения нужного режущего инструмента необходимо знать размеры обрабатываемой поверхности, глубину резания, материал заготовки. Алгоритм выбора режущего инструмента состоит из последовательных действий с пояснениями на изображениях.

Алгоритм выбора инструмента будет рассмотрен на примере сверла GARANT VHM-HPC с цилиндрическим хвостовиком DIN 6535 HA TiAlN.

- 1) Выполняется вход на сайт производителя;
- 2) Производится выбор операции сверления;



- 3) Выбирается материал заготовки;

Выбор материала

Выберите сначала группу материалов, а затем обозначение по стандарту или товарное название материала, данное изготовителем. Просим учесть, что для некоторых групп материалов не существует стандартных материалов. В этом случае щелкните по полю "Наименование изготовителя".

Выбор
Текстовый поиск

Группы материалов GARANT

- H** ■ Закаленные стали 65-70 HRC
- P** ■ Износостойкие констр. стали 1350 Н/мм²
- H** ■ Износостойкие констр. стали 1800 Н/мм²
- P** ■ Пружинные стали < 1500 Н/мм²
- M** ■ Нержавеющие стали, сернистые < 700 Н/мм²
- M** ■ Нержавеющие стали, аустенитные < 700 Н/мм²
- M** ■ Нержавеющие стали, аустенитные < 850 Н/мм²
- M** ■ Нержавеющие стали, мартенситные < 1100 Н/мм²
- S** ■ Специальные сплавы < 1200 Н/мм²
- K** □ Чугун GG< 180 HB
- K** □ Чугун GG> 180 HB
- K** □ Чугун GGG, GT> 180 HB
- K** □ Чугун GGG, GT> 260 HB
- S** ■ Титан, титановые сплавы < 850
- S** ■ Титан, титановые сплавы 850 - 1200 Н/мм²
- N** ■ Алюминий, дающ. длин. стружку; алюм. деформ. сплавы; магний до 350 Н/мм²
- N** ■ Алюминиевые сплавы, дающие короткую стружку
- N** ■ Алюминиевые литейные сплавы >10% силумины
- N** ■ Медь, низколегированная < 400 Н/мм²
- N** □ Латунь, дающая короткую стружку < 600 Н/мм²
- N** □ Латунь, дающая длинную стружку < 600 Н/мм²

Показать материалы в соответствии с

☒ стандартом GOST

☐ наименованием изготовителя

Выбрать материал

20X13, 20Ch13
 20X13Л, 20Ch13Л
 20X20H14C2Л, 20Ch20N14S2L
 30X13, 30Ch13
 40X16M, 40Ch16M
 40X24H12СЛ, 40Ch24N12SL
 40X9C2, 40Ch9S2
 45X25H20С, НК40, 45Ch25N20S, НК40
 50X14MF, I, 50Ch14MF, I
 55X20Г9АН4, 55Ch20G9АН4
95X18, 95Ch18
 К, К
 Нр-40X13, Нр-40Ch13

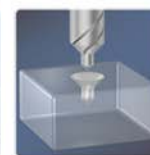
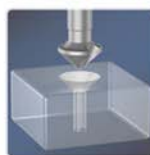
4) Задаются параметры заготовки;

Технологическая операция

Выберите технологическую операцию и введите параметры обработки



Стандартное сверление



Задание на обработку

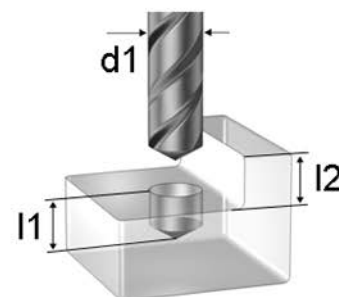
Диаметр отверстия d1 [мм/дюйм]*:

Глубина отверстия l1 [мм]*:

Дополнительная длина l2 [мм]:

Допуск на размер рабочей части t1:

(*)Обязательные поля



Назад

Дальше


5) Выбирается необходимое сверло для определенного оборудования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

100

<input type="checkbox"/>	114470 10 GARANT Спиральные сверла HSS/E H	 CAD  PC	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=133 ls [мм]=43 ds [мм]=10	DIN 338	
<input checked="" type="checkbox"/>	122150 10 GARANT VHM спиральные сверла сверхкороткие TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=43 ds [мм]=10	DIN 6539	
<input type="checkbox"/>	122340 10 HOLEX Высокопроизв. VHM сверла с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=47 ds [мм]=10	DIN 6537-K	
<input type="checkbox"/>	122345 10 HOLEX Высокопроизв. сверла VHM Weldon DIN 6535 HB TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=47 ds [мм]=10	DIN 6537-K	
<input type="checkbox"/>	122355 10 HOLEX Высокопроизв. сверла VHM Whistle-Notch DIN 6535 HE TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=47 ds [мм]=10	DIN 6537-K	
<input checked="" type="checkbox"/>	122380 10 GARANT VHM-HPC сверла с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=47 ds [мм]=10	DIN 6537-K	
<input type="checkbox"/>	122385 10 GARANT Сверла VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=47 ds [мм]=10	DIN 6537-K	
<input type="checkbox"/>	122394 10 HOLEX Высокопроизв. VHM сверла с цилиндр. хвостовиком DIN 6535 HA TiAIN	 CAD  PC	Универсальный VHM TiAIN —	Z=2 SZ=—	lобщ. [мм]=89 ls [мм]=47 ds [мм]=10	DIN 6537-K	

Компания не несет ответственности за правильность выбора инструмента.



[Назад](#)

[Сохранить задание на обработку](#)

[Режимы резания для выделенного инструмента](#)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.130.ПЗ

Лист

101

Приложение Д – Методическая разработка

В данном приложении содержится разработанный план-конспект занятия в виде презентации.

					ДП 44.03.04.130.ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		